

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN  
DENGAN KEJADIAN GOITER  
PADA SISWA-SISWA SD DI WILAYAH PERTANIAN  
(Penelitian di Kecamatan Bulakamba Kab. Brebes)**



**Tesis  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat S-2**

**Magister Kesehatan Lingkungan**

**RASIPIN  
NIM : 25010210400089**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG  
2011**

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN  
DENGAN KEJADIAN GOITER  
PADA SISWA-SISWA SD DI WILAYAH PERTANIAN  
(Penelitian di Kecamatan Bulakamba Kab. Brebes)**

Telah disetujui Sebagai Tesis  
Untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Program Pascasarjana

Program Magister  
Kesehatan Lingkungan

Menyetujui,  
**Pembimbing I**

dr. Onny Setiani, Ph.D  
NIP.19631019 199103 2 001

**Pembimbing II**

Yusniar Hanani D. STP, M.Kes  
NIP.197110909 199503 2 001

**Mengetahui,  
Ketua Program Magister  
Kesehatan Lingkungan**

DR. dr. Suhartono, M.Kes  
NIP.19620414 199103 1 002

## PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN  
DENGAN KEJADIAN GOITER  
PADA SISWA-SISWA SD DI WILAYAH PERTANIAN  
(PENELITIAN DI KEC. BULAKAMBA KAB. BREBES)**

Dipersembahkan dan disusun oleh:

**Nama : RASIPIN  
NIM : 25010210400089**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal 2 Maret 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

dr. Onny Setiani, Ph.D  
NIP.19631019 199103 2 001

Yusniar Hanani STP, M.Kes  
NIP.197110909 199503 2 001

**Penguji I**

**Penguji II**

DR. dr. Ari Suwondo, MPH  
NIP.19570929 198603 1 002

DR. dr. Suhartono, M.Kes  
NIP.19620414 199103 1 002

Semarang,     Maret 2012  
Universitas Diponegoro  
Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan  
Ketua Program

DR. dr. Suhartono, M.Kes  
NIP.19620414 199103 1 002

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya ajukan dengan judul “Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian (Penelitian di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes” ini adalah hasil karya saya sendiri yang belum pernah disampaikan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Program Magister Kesehatan Lingkungan maupun Lembaga Pendidikan Lainnya.

Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, 24 Februari 2012

Penulis

**Rasipin**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**“Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, niscaya Allah akan memudahkan baginya dengan (ilmu) itu jalan menuju surga”**

***(HR. Muslim)***

**“Apabila seorang hamba meninggal dunia, maka terputuslah darinya amalnya kecuali dari tiga hal, yakni shodaqoh jariyah, atau ilmu yang diambil manfaatnya, atau anak sholeh yang mendoakannya”**

***(HR. Bukhari)***

**“Sebaik-baik manusia diantaramu adalah yang paling banyak manfaatnya bagi orang lain”**

***(HR. Bukhari)***

**Karya sederhana ini kupersembahkan kepada :**

**Ayahandaku terkasih : Tirja Tamin**

**Ibundaku terkasih : Acih Ardi**

**Ibunda mertua terkasih : Ratna Komala**

**Istriku tercinta : dr. Rachmi Nurlaela**

**Ananda tersayang : 1. Yurist Firdaus Muhammad**

**2. Yurissa Fidiani Muslima**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Rasipin
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Cirebon, 25 November 1968
4. Agama : Islam
5. Alamat : Jl. MT. Haryono No. 13 Brebes Jawa Tengah
6. Handphone/Tlp : 081229339977 / 0283-673615
7. Riwayat Pendidikan :
  - a. SDN 3 Pabuaran Lor, Ciledug, Cirebon : Tamat Tahun 1981
  - b. SMPN 1 Ciledug, Cirebon : Tamat Tahun 1984
  - c. SMAN Sindang Laut, Cirebon : Tamat Tahun 1987
  - d. Fisika FMIPA UNPAD, Bandung : Tahun 1988 – 1989
  - e. Sarjana Kedokteran FKUI, Jakarta : Tamat Tahun 1994
  - f. Profesi Dokter FK UI, Jakarta : Tamat Tahun 1996
8. Riwayat Pekerjaan
  - a. Dokter Puskesmas Brebes : Tahun 1997 – 1998
  - b. Kepala Puskesmas Pengempon Brebes : Tahun 1998 – 2000
  - c. *District Facilitator Safe Motherhood Project* : Tahun 2000 – 2002
  - d. Kepala Puskesmas Jatirokeh Brebes : Tahun 2002 – 2007
  - e. Kepala Puskesmas Sidamulya Brebes : Tahun 2007 – 2011
  - f. Kepala Bidang Yankes Dinkes Brebes : Tahun 2011 s/d sekarang

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana S-2 pada Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini banyak sekali memperoleh bantuan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan ikhlas kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Sudharto P Hadi, MES, Ph.D selaku Rektor Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. dr. Anies, M.Kes, PKK, Selaku Direktur Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak DR. dr. Suhartono, M.Kes., selaku Ketua Prodi Magister Kesehatan Lingkungan Undip dan penguji yang telah memberikan banyak koreksi dan masukan untuk perbaikan tesis ini;
4. Bapak Nurjazuli, SKM, M.Kes., selaku Sekretaris Prodi Magister Kesehatan Lingkungan Undip yang telah memberikan masukan untuk perbaikan tesis ini;
5. Ibu dr. Onny Setiani, Ph.D., selaku pembimbing utama sekaligus penguji yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan pengarahan dalam menyusun tesis ini;
6. Ibu Yusniar Hanani D., STP, M.Kes pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan tesis ini;

7. Bapak Prof. dr. Pasiyan Rahmatullah, Sp.PD (K) (Alm.) penguji Proposal Tesis yang telah memberikan banyak koreksi dan masukan untuk perbaikan tesis ini;
8. Bapak Ir. Tri Joko, M.si, selaku penguji yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan pengarahan dalam menyusun tesis ini;
9. Bapak-ibu Dosen Staf Pengajar di Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro yang telah memberikan sumbangsih keilmuannya;
10. Bapak dr. H. Sri Gunadi Parwoko, M.Kes, selaku Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes yang telah memberikan ijin tugas belajar;
11. Ibu Ir. Titi Yuliati, M.Si, Drs. Agung ibowo dan Begjo Kurniawan,SE, dari Bidang Statistik, Pengendalian, dan Evaluasi Bappeda Kabupaten Brebes yang telah membantu pengurusan penelitian tesis ini dalam RUD Kab. Brebes tahun 2011.
12. Rekan-rekan di Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang angkatan tahun 2010 yang telah memberi bantuan baik fisik dan mental untuk terselesainya penulisan ini;
13. Staf Akademik Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang, mbak Catur, mbak Ratna, mbak Ninien, mas Anhar serta mbak Sri Ati adalah orang-orang yang telah memberikan bantuan baik secara fisik maupun dukungan moral untuk selesainya penulisan ini;
14. Kepala Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes, Bapak Prawoto, SKM, M.Kes, yang telah memberi bantuan untuk selesainya tesis ini;
15. Kepala Sekolah Dasar Bulakparen 01 beserta seluruh guru kelas IV-VI yang telah membantu peneliti dalam proses persetujuan (*Informed Consent*) dengan orang tua siswa dan pengambilan data di sekolah;



16. Kepala Sekolah Dasar Dukuhlo 02 beserta seluruh guru kelas IV-VI yang telah membantu peneliti dalam proses persetujuan (*Informed Consent*) dengan orang tua siswa dengan orang tua siswa dan pengambilan data di sekolah;
17. Kepala Madrasah Ibtidaiyah Al-Mujahidin Kluwut beserta seluruh guru kelas IV-VI yang telah membantu peneliti dalam proses persetujuan (*Informed Consent*) dengan orang tua siswa dan pengambilan data di sekolah;
18. Staf Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes dan Puskesmas Kluwut, mbak Nurul Aeny, mbak Kholisoh, mbak Tri Kurniati, ibu Hj. Tasiroh, mbak Lilis, mbak Erna S., Mbak Dini Priharyani dan mbak Daryati adalah orang-orang yang telah memberi bantuan untuk selesainya tesis ini;
19. dr. Rachmi Nurlaela, Yurist Firdaus Muhammad dan Yurissa Fidiani Muslima adalah istri dan anak-anakku tercinta yang selalu memberikan dorongan, semangat dan do'a agar proses studi berjalan lancar dan cepat.

Penulis menyadari dengan sepenuh hati, bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknis penulisan karena itu, tulus harapan penulis untuk mendapatkan koreksi dan telaah yang bersifat membangun agar tesis ini menjadi lebih baik. Penulis memohon petunjuk dan ridho Allah SWT, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, 24 Februari 2012

Penulis

Rasipin

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
ABSTRAK .....	xx

### BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat Penelitian .....	10
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	10
F. Keaslian Penelitian .....	11

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida .....	14
1. Formulasi Pestisida .....	16
2. Klasifikasi Pestisida .....	19
a. <i>Organophosphate</i> .....	21
b. <i>Carbamate</i> .....	27
c. <i>Organochlorine</i> .....	30
d. <i>Senyawa Arsenat</i> .....	32
e. <i>Piretroid</i> .....	32
B. Kelenjar Tiroid .....	32
1. Biosintesis dan metabolisme hormon-hormon tiroid .....	34
2. Efek terhadap pertumbuhan dan perkembangan .....	38
3. Efek metabolik .....	38
C. Goiter / Gondok / Struma .....	39
1. Klasifikasi Struma/Goiter .....	39
a. Berdasarkan Fisiologisnya .....	39
1) Eutiroidisme .....	39
2) Hipotiroidisme .....	40
3) Hipertiroidisme .....	40
b. Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) .....	41

2. Faktor Risiko Kejadian Goiter .....	42
a. Host (Pejamu) .....	43
1) Jenis Kelamin .....	43
2) Genetik .....	43
3) Asupan Energi dan Protein .....	44
4) Status Gizi .....	45
b. Agent (Bibit Penyakit) .....	45
1) Iodium .....	45
2) Goitrogen .....	46
3) Selenium .....	47
4) Pestisida dan senyawa-senyawa kimia lainnya .....	49
5) Senyawa kimia yang terdapat dalam plastik .....	57
6) Radiasi .....	59
c. <i>Environment</i> (Lingkungan) .....	60
3. Parameter Pengukuran Status Goiter .....	64
a. TGR ( <i>Total Goiter Rate</i> ) .....	64
b. Iodium Urin .....	65
c. Ultrasonografi .....	66
d. TSH ( <i>Thyroid Stimulating Hormone</i> ) .....	66
D. Kerangka Teori .....	67

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

A. Kerangka Konsep .....	71
B. Hipotesis .....	72
C. Desain Penelitian .....	73
D. Populasi dan Sampel Penelitian .....	74
E. Variabel Penelitian .....	77
F. Definisi Operasional .....	79
G. Pengumpulan Data .....	84
H. Pengolahan dan Analisis Data .....	85
I. Instrumen Penelitian .....	89

### **BAB IV. HASIL PENELITIAN**

A. Gambaran umum lokasi penelitian .....	90
1. Keadaan wilayah Puskesmas Kluwut .....	90
2. Kependudukan .....	92
3. Tingkat pendidikan penduduk .....	93
B. Hasil Penelitian .....	94
1. <i>Focus Group Discussion</i> (FGD) .....	96
2. Observasi Lingkungan Rumah .....	97
3. Analisis Univariat (pada sampel 101 siswa / n=101) .....	99
4. Analisis Bivariat (n=101)	
a. Hubungan jenis pekerjaan orang tua dengan kejadian goiter .....	100
b. Hubungan menyimpan pestisida di rumah dengan kejadian goiter .....	101
c. Hubungan formulasi/pencampuran jenis pestisida dengan kejadian goiter .....	101

d.	Hubungan menyimpan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter .....	102
e.	Hubungan menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dengan kejadian goiter .....	103
f.	Hubungan keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter .....	103
g.	Hubungan kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter .....	104
h.	Hubungan kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter .....	105
i.	Hubungan kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter .....	105
j.	Hubungan kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian dengan kejadian goiter .....	106
k.	Hubungan kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/ pembungkus makanan dengan kejadian goiter .....	106
l.	Hubungan status gizi dengan kejadian goiter .....	107
m.	Hubungan variabel perancu dengan kejadian goiter .....	107
n.	Hubungan riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter .....	108
o.	Hubungan derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter .....	109
5.	Analisis Multivariat (n=101) .....	110
6.	Analisis Univariat (n=66) .....	112
7.	Analisis Bivariat (n=66)	
a.	Hubungan riwayat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter .....	113
b.	Hubungan derajat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter .....	114
c.	Hubungan kadar iodium urin dengan kejadian goiter .....	115
d.	Hubungan kadar tiosianat urin dengan kejadian goiter .....	116
e.	Hubungan pajanan asap rokok dengan kadar tiosianat urin .....	116
f.	Hubungan kadar selenium dengan kejadian goiter .....	117
8.	Analisis Multivariat (n=66) .....	117
9.	Probabilitas	
a.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa terpajan pestisida, asap rokok dan asap obat nyamuk .....	118
b.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa terpajan pestisida dan asap obat nyamuk .....	119
c.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa terpajan pestisida dan asap asap rokok .....	119
d.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa terpajan asap obat nyamuk dan asap rokok .....	119
e.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa hanya terpajan pestisida .....	120
f.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa hanya terpajan asap obat nyamuk .....	120
g.	Probabilitas terjadinya goiter bila siswa hanya terpajan asap rokok .....	121

## **BAB V. PEMBAHASAN**

### **I. Pembahasan pada sampel n=101**

1. Riwayat pajanan pestisida (pada n=101) .....	122
a. Pekerjaan orang tua siswa .....	123
b. Ada atau tidaknya pestisida di rumah .....	124
c. Formulasi/pencampuran jenis pestisida .....	124
d. Menyimpan hasil panen di rumah .....	124
e. Menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah .....	125
f. Keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian .....	125
g. Kebiasaan berkunjung ke toko obat pertanian .....	125
2. Riwayat penggunaan plastik sebagai wadah makanan (n=101) .....	126
3. Pemeriksaan status gizi (IMT) n=101 .....	126
4. Riwayat pajanan asap obat nyamuk (n=101) .....	127
5. Riwayat pajanan asap rokok (n=101) .....	127
6. Pajanan pestisida (n=101) .....	128

### **II. Pembahasan pada sampel n=66**

a. Hasil pemeriksaan TSH .....	129
b. Hasil pemeriksaan kolinesterase (ChE) .....	129
c. Hasil pemeriksaan iodium urin (EIU) .....	130
d. Hasil pemeriksaan tiosianat urin .....	130
e. Hasil pemeriksaan hemoglobin (Hb) .....	131
f. Hasil pemeriksaan selenium .....	131
g. Variabel komposit .....	132

### **III. Pembahasan tentang kausalitas**

a. <i>Biological Plausibility</i> .....	133
b. Konsistensi .....	134
c. <i>Temporality</i> .....	134
d. Kekuatan hubungan dan hubungan <i>dose-respons (dose-dependent)</i> .....	135

## **BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN**

<b>A. Simpulan</b> .....	137
--------------------------	-----

### **B. Saran**

1. Bagi Siswa dan Orang Tuanya .....	138
2. Bagi Guru di Sekolah .....	139
3. Bagi Dinas Kesehatan dan Dinas Pertanian .....	139
4. Bagi Institusi Penelitian/Pendidikan .....	141
5. Bagi Kelompok Tani .....	141
6. Bagi Lingkungan .....	141

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	142
-----------------------------	-----

## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
1.1	Daftar Penelitian Tentang Paparan Pestisida/Senyawa-senyawa kimia yang mengganggu hormon tiroid .....	11
2.1	Klasifikasi beberapa pestisida dan contohnya .....	20
2.2	Nilai LD50 insektisida organofosfat .....	26
2.3	Efek muskarinik, nikotinik dan saraf pusat pada toksisitas organofosfat .....	27
2.4	Klasifikasi insektisida organofosfat .....	31
2.5	Bentuk gangguan akibat kekurangan iodium .....	42
2.6	Contoh ECDs yang mempengaruhi sistem HT mamalia .....	51
2.7	Daftar bahan kimia yang dapat mempengaruhi sistem HT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 .....	54
2.8	Klasifikasi Goiter .....	64
2.9	Kriteria kadar iodium urin pada anak .....	65
3.1	Daftar nama variabel, definisi operasional, unit dan skala variabel .....	79
4.1	Data karakteristik wilayah dan indikator TGR di Kab. Brebes tahun 2010 .....	91
4.2	Jenis pestisida yang banyak digunakan di Kecamatan Bulakamba Kab. Brebes tahun 2010 (observasi) .....	92
4.3	Jumlah penduduk dan luas wilayah desa se-wilayah kerja Puskesmas Kluwut .....	93
4.4	Pengetahuan orang tua siswa terhadap goiter pada anaknya .....	97
4.5	Hasil observasi lingkungan rumah .....	98
4.6	Karakteristik subjek (n=101) .....	99
4.7	Hubungan jenis pekerjaan orang tua siswa dengan kejadian goiter .....	101
4.8	Hubungan riwayat menyimpan pestisida di rumah dengan kejadian goiter .....	101
4.9	Hubungan formulasi/pencampuran jenis pestisida dengan kejadian goiter .....	102

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.10	Hubungan riwayat menyimpan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter .....	102
4.11	Hubungan riwayat menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah dengan kejadian goiter .....	103
4.12	Hubungan keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter .....	104
4.13	Hubungan kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter .....	104
4.14	Hubungan kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter .....	105
4.15	Hubungan kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter .....	106
4.16	Hubungan kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian dengan kejadian goiter.	106
4.17	Hubungan kebiasaan siswa menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan dengan kejadian goiter .....	107
4.18	Hubungan status gizi dengan kejadian goiter .....	107
4.19	Hasil uji <i>Chi-square</i> variabel-variabel perancu dengan kejadian goiter .....	108
4.20	Hubungan riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter .....	108
4.21	Hubungan derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (n-101) .....	109
4.22	Hubungan derajat pajanan pestisida dengan <i>grade</i> goiter .....	110
4.23	Hasil analisis uji multivariat variabel riwayat pajanan pestisida, riwayat pajanan asap rokok dan riwayat pajanan asap obat nyamuk .....	111
4.24	Perbandingan hasil pemeriksaan fisik dan laboratorium antara kelompok kasus dan kontrol (n=66) .....	113
4.25	Hubungan riwayat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter (n=66) .....	113
4.26	Hubungan derajat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter (n=66) .....	114

<b>No. Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.27	Hubungan derajat pajanan pestisida (+ChE) dengan <i>grade</i> goiter (n=66) .....	115
4.28	Hubungan kadar iodium urin dengan kejadian goiter (n=66) .....	116
4.29	Hubungan kadar tiosianat urin dengan kejadian goite (n=66) .....	116
4.30	Perbedaan rerata kadar tiosianat urin pada siswa yang terpajan asap rokok dengan yang tidak terpajan (n=66) .....	117
4.31	Hubungan antara kadar selenium dengan kejadian goiter (n=66) .....	117
4.32	Hasil uji multivariat hubungan pajanan pestisida dengan kejadian goiter dengan memperhitungkan variabel perancu pajanan asap rokok dan pajanan asap obat nyamuk (n=66) .....	118



## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur kimia beberapa pestisida golongan <i>orghanophosphate</i> .....	22
2.2	Struktur kimia senyawa aktif dari pestisida golongan <i>orghanophosphate</i> .....	26
2.3	Struktur kimia insektisida <i>carbamate</i> .....	28
2.4	Struktur kimia senyawa aktif dari pestisida golongan <i>carbamate</i> .....	30
2.5	Struktur kimia mancozeb .....	30
2.6	Struktur kimia <i>DDT</i> dan <i>dieldrin</i> .....	31
2.7	Kelenar tiroid terdiri atas lobus kanan dan lobus kiri yang dihubungkan oleh ismus .....	33
2.8	Diagram langkah-langkah utama yang terlibat dalam sintesis dan sekresi hormon tiroid .....	36
2.9	<i>Negative feedback</i> tiroid terhadap hipofisis dan hipotalamus .....	38
2.10	Hipotiroidisme .....	40
2.11	Hipertiroidisme .....	41
2.12	Hormon tiroid, sintesis, sekresi, aksi dan jalur degradasi. Bahan kimia yang mungkin mempengaruhi setiap langkah ditunjukkan sebagai (1)-(8) .....	53
2.13	Mekanisme kerja bahan toksik di lingkungan pada sumbu Hipotalamus-Pituitari-Tiroid .....	56
2.14	Kerangka teori .....	70
3.1	Kerangka konsep .....	71
3.2	Skema dasar studi kasus-kontrol .....	74
4.1	Prosentase tingkat pendidikan penduduk di wilayah Puskesmas Kluwut tahun 2010 .....	93
4.2	Alur pemilihan subjek dan variabel yang diukur .....	95

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar 10 Puskesmas dengan TGR tertinggi
Lampiran 2	Rekapitulasi pemeriksaan palpasi GAKI Agustus 2010
Lampiran 3	Rekapitulasi pemeriksaan palpasi GAKI Mei 2011
Lampiran 4	Kuesioner
Lampiran 5	Lembar persetujuan setelah penjelasan ( <i>Informed Consent</i> )
Lampiran 6	Foto Kegiatan
Lampiran 7	Output SPSS

**MAGISTER KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO, SEMARANG 2011  
KONSENTRASI KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI**

**ABSTRAK**

**RASIPIN**

Faktor-faktor yang berhubungan dengan Kejadian Goiter pada Siswa-siswa SD di Wilayah Pertanian (Penelitian di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes)

xviii + 147 halaman + 41 tabel + 17 gambar + 7 lampiran.

Goiter adalah pembengkakan leher akibat pembesaran kelenjar tiroid. Kelenjar tersebut membesar sebagai kompensasi untuk meningkatkan *output* hormon tiroid. Sebelumnya kasus gondok endemik umum terjadi di daerah di mana diet garam iodiumnya kurang. Prevalensi goiter terutama pada anak-anak, meningkat di daerah pertanian dataran rendah hingga daerah pantai yang diketahui intake iodiumnya cukup. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian Goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan studi kasus kontrol. Subyek dibagi menjadi dua kelompok: kelompok kasus dan kontrol dengan 53 subyek pada kelompok kasus dan 48 subyek pada kelompok kontrol. Variabel yang diteliti dalam penelitian ini adalah riwayat pajanan pestisida, riwayat pajanan asap obat nyamuk, riwayat pajanan asap rokok, riwayat menggunakan plastik sebagai tempat untuk menyimpan makanan yang masih panas, kadar TSH, kadar kolinesterase, kadar iodium urin, kadar tiosianat urin, kadar hemoglobin, kadar selenium, dan indeks massa tubuh (IMT). Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, pengamatan dan pengukuran. Analisis data menggunakan analisis univariat yang meliputi uji beda rerata (uji-*t* tidak berpasangan atau *Mann Whitney*) dan uji beda proporsi (*Chi-Square*), analisis bivariat dengan *Chi-square* dan analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik metoda enter. Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa faktor-faktor risiko kejadian goiter pada siswa adalah riwayat pajanan pestisida, riwayat pajanan asap obat nyamuk dan riwayat pajanan asap rokok dengan *Odds Ratio* (OR) secara berurutan: 13,82; 5,3 dan 3,9. Hasil uji regresi logistik menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara kejadian goiter pada siswa dengan riwayat pajanan pestisida, riwayat pajanan asap obat nyamuk dan riwayat pajanan asap rokok dengan OR secara berurutan: 11,63; 5,86 dan 3,79. Probabilitas terjadinya goiter jika anak mengalami pajanan pestisida, asap obat nyamuk dan asap rokok adalah 87,4%. Probabilitas jika siswa hanya mengalami pajanan pestisida: 29,8%; asap obat nyamuk: 13,8% dan asap rokok: 9,3%. Kesimpulan dari penelitian ini perlu adanya upaya untuk melindungi anak dari pajanan pestisida, asap obat nyamuk bakar dan asap rokok.

Kata kunci: Faktor risiko, goiter, siswa, wilayah pertanian.

Kepustakaan: 81 (1991-2010)

**MASTER OF ENVIRONMENTAL HEALTH  
POSTGRADUATE PROGRAM  
UNIVERSITY OF DIPONEGORO, SEMARANG 2011  
MAJORING IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL HEALTH**

**ABSTRACT**

**RASIPIN**

Factors associated with incidence of Goiter in elementary school students in the areas of Agriculture (Research in District Bulakamba Brebes)

xviii + 147 pages + 41 tables + 17 images + 7 attachments.

Goiter is swelling of the neck from an enlarged thyroid gland. The gland enlarges to compensate for the increased output of thyroid hormone. Previous cases of endemic goiter was common in areas where dietary salt with iodine less. The prevalence of goiter, especially in children, increases in agricultural areas to the coastal lowlands of known intake of iodine enough. The purpose of this study was to determine factors associated to the incidence of Goiter in elementary school students in agriculture areas at the District Bulakamba Brebes. This study was an observational research with case-control study design. Subjects were divided into two groups: case and control groups with 53 subjects in case group and 48 subjects in the control group. Variables examined in this study was a history of exposure to pesticides, mosquito smoke exposure history, history of cigarette smoke exposure, a history of using plastic as a place to store food is still hot, TSH levels, cholinesterase levels, levels of urinary iodine, urinary thiocyanate levels, hemoglobin levels, selenium levels, and body mass index (BMI). Data was taken by interviews, observation and measurement. Analysis of the data using univariate analysis comparing mean test (independent *t*-test or *Mann Whitney*) and the proportion of different test (*Chi-Square*), bivariate analysis with *Chi-square* and multivariate analysis using logistic regression test method enter. The results of bivariate analysis showed that the incidence of risk factors of goiter in students is a history of exposure to pesticides, mosquito smoke exposure history and a history of exposure to cigarette smoke with Odds Ratio (OR) in order: 13.82; 5.3 and 3.9. The results of logistic regression test showed that there was a significant association between the incidence of goiter in students and history of exposure to pesticides, mosquito coil smoke exposure history and a history of exposure to cigarette smoke in sequence with OR: 11.63; 5.86 and 3.79. The probability of occurrence of goiter if the child has exposure to pesticides, mosquito coil smoke and cigarette smoke was 87.4%. Probability if the students only exposed to pesticides: 29.8%; for only mosquito coil smoke: 13.8% and for only cigarette smoke: 9.3%. The conclusion of this study, should be concern to protect children from exposure to pesticides, mosquito coil smoke and cigarette smoke.

Key words: risk factors, goiter, students, agriculture areas.

Bibliography: 81 (1991-2010)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Hormon tiroid sangat penting untuk metabolisme energi, nutrien dan ion organik, termogenesis serta merangsang pertumbuhan dan perkembangan berbagai jaringan pada periode kritis, juga untuk perkembangan susunan syaraf pusat dan tulang. Disfungsi tiroid pada masa bayi dan anak dapat berakibat kelainan metabolik yang ditemukan pada masa dewasa, berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan, karena maturasi jaringan dan organ atau jaringan spesifik yang merupakan pengatur perkembangan bergantung pada efek hormon tiroid, sehingga konsekuensi klinik disfungsi tiroid tergantung pada usia mulai timbulnya pada masa bayi atau anak.<sup>1</sup>

*Goiter* (Goitre) adalah pembengkakan leher akibat pembesaran kelenjar tiroid. Ini terjadi mungkin karena kurangnya iodium makanan, yang diperlukan untuk produksi hormon tiroid. Keadaan yang terjadi sebagai akibat dari aktivitas subnormal dari kelenjar tiroid disebut sebagai hipotiroidisme. Kelenjar tersebut membesar sebagai kompensasi untuk meningkatkan *output* hormon tiroid. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kasus goiter (gondok) endemik. Sebelumnya kasus gondok endemik umum terjadi di daerah di mana diet garam iodiumnya kurang.<sup>2</sup>

Hipotiroidisme yang terjadi pada janin atau bayi baru lahir apabila tidak diobati, dapat menyebabkan kelainan intelektual dan atau fungsi neurologik yang menetap. Ini menunjukkan betapa pentingnya peran hormon tiroid dalam kehidupan pada perkembangan otak saat tersebut. Setelah usia 3 tahun, sebagian

besar perkembangan otak yang tergantung hormon tiroid sudah lengkap, hipotiroidisme pada saat ini mengakibatkan pertumbuhan lambat dan kelambatan maturasi tulang.<sup>1</sup>

Kelenjar tiroid menghasilkan hormon tiroid yang berguna untuk metabolisme dan pertumbuhan yang dalam pembentukan hormon tiroid dipengaruhi oleh asupan iodium. Kekurangan iodium akan menimbulkan gangguan yang dikenal dengan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI), gangguan ini berpengaruh terhadap sintesa hormon tiroid.<sup>3</sup>

Hasil survei pemetaan GAKI 1996/1998 menunjukkan bahwa, secara nasional, *Total Goiter Rate* (TGR) pada anak sekolah adalah 9,8%. Sedangkan hasil Survei Evaluasi GAKI 2003 menunjukkan bahwa TGR anak sekolah adalah 11,2% dan nilai median EIU (Ekskresi Iodium Urin) anak sekolah adalah 229 µg/L.<sup>4</sup> TGR adalah tingkat endemisitas GAKI di suatu daerah berdasarkan indikator prevalensi pembesaran kelenjar gondok. TGR adalah angka prevalensi goiter yang dihitung berdasarkan stadium pembesaran kelenjar gondok, baik yang teraba (*palpable*) maupun yang terlihat (*visible*).<sup>5</sup>

Kriteria pengukuran prevalensi goiter dengan metode palpasi pada anak sekolah dasar yaitu kategori ringan apabila prevalensi goiter TGR 5,0% - 19,9%, kategori sedang bila nilai TGR 20,0% - 29,9% dan bila nilai TGR  $\geq 30,0\%$  masuk kategori berat.<sup>6</sup> Adapun kriteria daerah endemis goiter yang dipakai Depkes RI adalah endemis ringan bila nilai TGR 10% - < 20%, endemis sedang bila nilai TGR 20% - 29% dan endemis berat bila nilai TGR di atas 30%.<sup>7</sup>

Selain faktor defisiensi iodium sebagai penyebab goiter, perlu dikaji faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya goiter. Beberapa kajian menunjukkan, bahwa kasus gondok ternyata juga banyak ditemukan di daerah

dengan asupan iodium cukup (non-endemis), seperti di daerah dataran rendah atau pantai. Data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes tahun 2007 menunjukkan, bahwa TGR (*Total Goiter Rate*) pada siswa SD di beberapa desa di Kecamatan Kersana, yang merupakan dataran rendah, mencapai 43,7%.<sup>8</sup>

Pada tahun 2010, Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes bekerjasama dengan Lab. GAKI FK-UNDIP melakukan survey palpasi GAKI di beberapa SD kelas 4-6 di beberapa wilayah Puskesmas se Kabupaten Brebes. Dari survey tersebut, TGR tertinggi berada di wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba yaitu 38,5% (endemis berat) dengan kadar EIU dalam batas normal yaitu berkisar antara 286 - 293  $\mu\text{g/L}$  (EIU > 100  $\mu\text{g/L}$  dikatakan tidak defisiensi iodium).<sup>9,10</sup> Sedangkan pemeriksaan palpasi GAKI yang dilakukan oleh petugas terlatih dari Puskesmas Kluwut pada bulan mei 2011 pada dua Sekolah Dasar (SD) di wilayah Puskesmas tersebut, didapatkan TGR sebesar 68,59%. Bahkan di satu sekolah angka TGR ada yang mencapai 97,75%.<sup>11</sup>

Wilayah kerja Puskesmas Kluwut adalah desa pertanian hortikultura yang produktif terutama bawang merah dan cabe. Tanaman bawang merah membutuhkan pupuk dan pestisida untuk tumbuh dan berkembang. Pemakaiannya sudah amat merakyat sehingga pestisida di pasaran sangat mudah untuk dijumpai. Data dari *Crop Life* Indonesia menyatakan bahwa belanja pestisida di Kabupaten Brebes mencapai 350 miliar setiap tahunnya. Kabupaten Brebes tercatat paling boros se-Asia Tenggara dalam lingkup level kabupaten/kota untuk belanja pestisida.<sup>12</sup>

Dari survey pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti, perstisida yang banyak digunakan oleh para petani bawang dan cabe merah di wilayah tersebut adalah *Antracol* (fungisida, bahan aktifnya Propineb 70%) dan *Ditan* (fungisida,

bahan aktifnya Mancozeb 80%) yang biasa digunakan pada masa awal pertumbuhan tanaman bawang merah. Setelah tanaman bawang merah sudah mulai berbuah, pestisida yang digunakan adalah *Ditan* (fungisida, bahan aktifnya Mancozeb 80%) dan *Amistar* (fungisida, bahan aktifnya Axoksistrobin 250 g/l), sedangkan untuk insektisida yang banyak digunakan adalah *Dursban 200 EC* (bahan aktifnya Klorpirifos 200 g/l). Adapun waktu yang diperlukan untuk menanam hingga panen bawang merah rata-rata sekitar 2 bulan dengan rata-rata penggunaan pestisida untuk satu periode tanam tersebut sebanyak 15-20 kali penyemprotan. Dalam satu tahun para petani umumnya menanam bawang merah sebanyak 2-3 kali, cabe merah 1 kali, sisa waktu dipergunakan untuk menanam padi atau tanaman hortikultura lainnya.

Kabupaten Brebes merupakan salah satu daerah di Jawa Tengah yang tingkat penggunaan pestisidanya sangat tinggi. Hal ini terjadi karena komoditas pertanian utama Kabupaten Brebes adalah tanaman yang sangat rentan terhadap hama seperti bawang merah dan cabe, sehingga memerlukan intensitas penyemprotan pestisida yang tinggi. Data menunjukkan bahwa terjadi peningkatan produksi bawang merah di Kabupaten Brebes yakni dari 2.531.835 kuintal pada tahun 2007 menjadi 3.366.447 kuintal pada tahun 2008. Sedangkan produksi cabe meningkat dari 2.761.920 kuintal pada tahun 2008 menjadi 4.179.130 kuintal di tahun 2009.<sup>13</sup> Hal ini memberikan indikasi adanya peningkatan penggunaan pestisida di Kabupaten Brebes.

Mengingat banyaknya intensitas penggunaan pestisida, maka faktor penyebab lain yang sangat mungkin menyebabkan kejadian gondok siswa SD tersebut adalah bahan-bahan kimia di lingkungan yang asing bagi sistem biologis (*xenobiotics*). Sejak tahun 1991 mulai diperkenalkan istilah *Endocrine Disruptor*



pada *Wingspread Conference Centre* di Wisconsin. *Endocrine Disruptor* adalah zat eksogen biasanya *xenoestrogens* yang mengganggu, sekresi, sintesis, transportasi, aksi pengikatan, atau penghapusan hormon alami dalam tubuh yang bertanggung jawab atas pemeliharaan homeostasis (metabolisme sel normal), reproduksi, tumbuh kembang, dan atau perilaku. Istilah ini kadang-kadang juga disebut sebagai *Hormonally Active Agents*, *Endocrine Disrupting Chemicals* atau *Endocrine Disrupting Compounds (EDCs)*.<sup>14</sup>

Salah satu makalah pertama yang memaparkan fenomena ini adalah makalah Theo Colborn pada tahun 1993. Dalam tulisan tersebut, disebutkan bahwa bahan kimia lingkungan mengganggu perkembangan sistem endokrin, dan bahwa efek dari pajanan selama masa tumbuh kembang adalah permanen. Meskipun teori gangguan endokrin ini adalah konsensus dari para ilmuwan mengenai bahaya dari *endocrine disruptor* baru terhadap sebagian besar satwa liar, tetapi dikatakan bisa juga pada manusia.<sup>14</sup>

Demikian juga dengan *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)* menyebutkan istilah *Endocrine Disruptor* dengan istilah *Endocrine Disrupting Compounds (EDCs)* untuk menjelaskan senyawa-senyawa kimia di lingkungan yang mengganggu sintesis, sekresi, transport, metabolisme, aksi pengikatan, dan penghapusan hormon alami yang ada di dalam tubuh yang berfungsi menjaga keseimbangan (homeostasis), reproduksi dan proses tumbuh kembang.<sup>15</sup>

Sedangkan Miller dan Crofton –berdasarkan hasil penelitian- secara khusus mengistilahkan *Thyroid Disruption Chemical* untuk menjelaskan hubungan antara pajanan senyawa-senyawa kimia yang ada di lingkungan dengan gangguan kadar hormon tiroid. Studi epidemiologi terbaru memperlihatkan hubungan yang signifikan antara kadar hormon tiroid dalam

darah dengan pajanan senyawa-senyawa kimia yang ada di lingkungan. Berdasarkan studi yang dilakukan pada binatang, senyawa-senyawa kimia yang ada di lingkungan menyebabkan penurunan kadar hormon tiroid serum.<sup>16</sup>

Beberapa penelitian membuktikan bahwa pajanan pestisida berdampak negatif terhadap fungsi kelenjar tiroid. Penelitian yang dilakukan oleh Sungkawa tahun 2008 pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang, disimpulkan bahwa faktor risiko masa kerja petani, lama kerja per hari, jenis pestisida, frekuensi penyemprotan, posisi terhadap arah angin, dan penggunaan alat pelindung diri berpengaruh terhadap kejadian goiter dengan probabilitas sebesar 33,78%.<sup>17</sup>

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suhartono tahun 2010 di Kecamatan Kersana Kabupaten Brebes, disimpulkan bahwa *Pajanan Pestisida sebagai Faktor Risiko Disfungsi Tiroid pada Kelompok Wanita Usia Subur (WUS) di Daerah Pertanian Dataran Rendah*, memiliki prevalensi hipotiroidisme pada WUS ialah 22,2% dan hipertiroidisme 2,3%. Pajanan pestisida merupakan faktor risiko hipotiroidisme ( $OR_{adjusted} = 3,31$ ; 95%  $CI=1,25-8,78$ ;  $p=0,016$ ).<sup>18</sup>

Mengingat banyaknya penggunaan pestisida di wilayah pertanian wilayah kerja Puskesmas Kluwut, sehingga sangat mungkin ada pajanan pestisida pada siswa-siswa SD di wilayah tersebut. Tingginya angka TGR/kejadian goiter pada siswa SD di wilayah tersebut juga menjadi sangat mungkin salah satu penyebabnya adalah adanya pajanan pestisida. Kejadian goiter yang mengarah kepada hipotiroidisme yang terjadi pada anak-anak dapat mengakibatkan perlambatan pertumbuhan dan perkembangan yang nyata dengan akibat yang menetap yang parah seperti retardasi mental. Maka atas dasar itulah akan

dilakukan penelitian dengan judul : “Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian (Studi di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes)”

## **B. Perumusan Masalah**

Identifikasi perumusan masalah dari uraian Latar Belakang diatas, sehingga perlunya untuk dilakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan pestisida yang tinggi, dalam satu tahun, untuk bawang merah saja frekuensi penyemprotan pestisida sekitar 45 – 60 kali (3 - 4 hari sekali selama musim tanam), belum lagi penggunaan pestisida untuk tanaman cabe dan tanaman hortikultura lainnya. Meningkatnya penggunaan pestisida berkorelasi dengan produksi bawang merah dan cabe yang meningkat setiap tahunnya. Hal ini diyakini sangat berpotensi untuk menimbulkan dampak kesehatan.
2. Beberapa penelitian telah membuktikan adanya hubungan antara paparan pestisida dengan kejadian goiter/gondok. Bahkan ada penelitian yang membuktikan bahwa paparan perstisida sebagai faktor risiko terjadinya gondok/hipotiroidisme dengan prevalensi yang cukup tinggi yaitu 22,2%.
3. Tingginya kasus goiter pada siswa-siswa SD di 36 wilayah Puskesmas se-Kabupaten Brebes terutama di wilayah pantura yang hampir pasti tidak disebabkan karena kekurangan intake iodium. Hal ini dibuktikan dengan normalnya nilai median EIU.
4. Kejadian goiter yang mengarah kepada hipotiroidisme yang terjadi pada anak-anak dapat berakibat perlambatan pertumbuhan dan perkembangan yang nyata dengan akibat yang menetap yang parah seperti retardasi mental.

5. Wilayah Puskesmas Kluwut adalah salah satu wilayah pertanian bawang merah dan cabe yang produktif. Suvey TGR di wilayah tersebut cukup tinggi yaitu 38,50% di tahun 2010 dan survey TGR tahun 2011 di sekolah yang berbeda mencapai 68,59%.

Sehubungan dengan kasus diatas, maka pertanyaan penelitian ini adalah “Faktor-faktor apa sajakah yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes?”

### **C. Tujuan Penelitian**

#### **1. Tujuan Umum**

Mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes.

#### **2. Tujuan Khusus**

- a. Mendeskripsikan karakteristik siswa-siswa yaitu : umur, jenis kelamin, jenis pekerjaan orang tua siswa yaitu : petani; pedagang pestisida atau penyemprot pestisida.
- b. Mendeskripsikan pengelolaan pestisida oleh orang tua siswa meliputi: lokasi penyimpanan pestisida di rumah, formulasi/pencampuran jenis pestisida, menyimpan hasil panen di rumah dan menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah.
- c. Mendeskripsikan jenis aktivitas siswa di area pertanian seperti membantu kegiatan pertanian, bermain di area pertanian, kebiasaan siswa saat memakan lalapan tanpa dicuci, kebiasaan siswa tidak mencuci tangan

setelah mencari rumput di area pertanian atau setelah membantu kegiatan pertanian.

- d. Mengidentifikasi *intake* iodium, *intake* selenium dan *intake* goitrogen pada siswa.
- e. Mengidentifikasi riwayat pajanan asap rokok pada siswa, riwayat pajanan obat nyamuk bakar pada siswa dan kebiasaan siswa menggunakan plastik (sebagai pembungkus makanannya yang masih panas).
- f. Menentukan hubungan antara pengelolaan pestisida oleh orang tua siswa yang meliputi: lokasi penyimpanan pestisida di rumah, formulasi/pencampuran jenis pestisida, lokasi penyimpanan hasil panen di rumah dan kebiasaan menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dengan kejadian goiter.
- g. Menentukan hubungan antara aktivitas siswa di area pertanian yang meliputi: keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian, kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter dan kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian.
- h. Menentukan hubungan antara kebiasaan siswa dalam hal tidak mencuci makanan hasil pertanian sebelum dimakan dan kebiasaan tidak mencuci tangan setelah bermain/bekerja di area pertanian dengan kejadian goiter.
- i. Menentukan hubungan antara *intake* iodium, selenium dan goitrogen pada siswa SD dengan kejadian goiter.
- j. Menentukan hubungan antara riwayat pajanan asap rokok, obat nyamuk bakar dan penggunaan plastik (sebagai pembungkus makanannya yang masih panas) pada siswa SD dengan kejadian goiter.

## **D. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat bagi Siswa dan Orang tuanya**

Untuk menambah pengetahuan dalam upaya melindungi diri dari dampak pestisida yang berbahaya bagi kesehatan.

### **2. Manfaat bagi Sekolah**

Untuk menambah pengetahuan dalam upaya pembelajaran kepada siswa agar dapat melindungi diri dari dampak pestisida yang berbahaya bagi kesehatan.

### **3. Manfaat bagi Pemerintah**

Sebagai masukan untuk bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan dalam upaya meningkatkan derajat kesehatan siswa-siswa sekolah.

### **4. Manfaat bagi lingkungan**

Mengurangi dampak pencemaran pestisida dilingkungan

## **E. Ruang Lingkup Penelitian**

### **1. Lingkup keilmuan.**

Penelitian ini merupakan salah satu bagian dari Ilmu Kesehatan Masyarakat khususnya Kesehatan Lingkungan Industri Non Formal.

### **2. Lingkup materi.**

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah “Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes.

### **3. Lingkup lokasi.**

Penelitian ini dilakukan di wilayah Puseksmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes.

#### 4. Lingkup Sasaran

Sasaran dari penelitian ini adalah siswa-siswa SD di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes.

#### 5. Lingkup Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli – Oktober 2011.

### F. Keaslian Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes dengan lingkup penelitian tentang faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian goiter pada siswa-siswa SD di wilayah pertanian wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. Hasil penelitian yang terkait hubungan antara pajanan pestisida atau senyawa-senyawa kimia yang mengganggu hormon tiroid yang mendukung untuk diadakannya penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.1. berikut ini :

**Tabel 1.1.** Daftar penelitian tentang pajanan pestisida/senyawa-senyawa kimia yang mengganggu hormon tiroid

Nomor	Penelitian
1	Judul <i>Thyroid function in Danish greenhouse workers</i>
	Peneliti Gunnar Toft, Allan Flyvbjerg dan Jens Peter Bonde, 2006
	Metode Cross Sectional
	Subyek 122 orang pekerja Danish greenhouse
	Variabel TSH, TT3, FT3, FT4
	Hasil Terjadi penurunan kadar Free Thyroxine (FT4) (10–16%) dan peningkatan kadar <i>Thyroid Stimulating Hormone</i> (TSH) 32% lebih. <sup>19</sup>

**Tabel 1.1.** Lanjutan

Nomor	Penelitian												
2	<table> <tr> <td data-bbox="432 416 504 445">Judul</td><td data-bbox="603 416 1343 483"><i>Pesticide Use and Thyroid Disease Among Women in the Agricultural Health Study</i></td></tr> <tr> <td data-bbox="432 495 504 524">Peneliti</td><td data-bbox="603 495 1343 562">Whitney S. Goldner, Dale P. Sandler, Fang Yu, Jane A. Hoppin, Freya Kamel, dan Tricia D. LeVan, 2009</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 573 504 602">Metode</td><td data-bbox="603 573 804 602">Cross Sectional</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 613 504 642">Subyek</td><td data-bbox="603 613 1331 642">23.569 orang wanita di “The Agricultural Health Study”</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 654 504 683">Variabel</td><td data-bbox="603 654 1343 721">Thyroid Disease Status (No Thyroid Disease, Hyperthyroid, Hypothyroid, Other)</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 732 504 761">Hasil</td><td data-bbox="603 732 1343 931">Dari 23,569 didapatkan 12.5% didiagnosis dengan Penyakit Tiroid (Prevalensi Hypothyroidism dan Hyperthyroidism adalah 6.9% dan 2.1%), Penyakit Tiroid lain 0.7%, dan 1.8% (goiter, pembesaran tiroid, atau nodul tiroid) kemudian Unspecified Thyroid Disease sebesar (0.9%).<sup>20</sup></td></tr> </table>	Judul	<i>Pesticide Use and Thyroid Disease Among Women in the Agricultural Health Study</i>	Peneliti	Whitney S. Goldner, Dale P. Sandler, Fang Yu, Jane A. Hoppin, Freya Kamel, dan Tricia D. LeVan, 2009	Metode	Cross Sectional	Subyek	23.569 orang wanita di “The Agricultural Health Study”	Variabel	Thyroid Disease Status (No Thyroid Disease, Hyperthyroid, Hypothyroid, Other)	Hasil	Dari 23,569 didapatkan 12.5% didiagnosis dengan Penyakit Tiroid (Prevalensi Hypothyroidism dan Hyperthyroidism adalah 6.9% dan 2.1%), Penyakit Tiroid lain 0.7%, dan 1.8% (goiter, pembesaran tiroid, atau nodul tiroid) kemudian Unspecified Thyroid Disease sebesar (0.9%). <sup>20</sup>
Judul	<i>Pesticide Use and Thyroid Disease Among Women in the Agricultural Health Study</i>												
Peneliti	Whitney S. Goldner, Dale P. Sandler, Fang Yu, Jane A. Hoppin, Freya Kamel, dan Tricia D. LeVan, 2009												
Metode	Cross Sectional												
Subyek	23.569 orang wanita di “The Agricultural Health Study”												
Variabel	Thyroid Disease Status (No Thyroid Disease, Hyperthyroid, Hypothyroid, Other)												
Hasil	Dari 23,569 didapatkan 12.5% didiagnosis dengan Penyakit Tiroid (Prevalensi Hypothyroidism dan Hyperthyroidism adalah 6.9% dan 2.1%), Penyakit Tiroid lain 0.7%, dan 1.8% (goiter, pembesaran tiroid, atau nodul tiroid) kemudian Unspecified Thyroid Disease sebesar (0.9%). <sup>20</sup>												
3	<table> <tr> <td data-bbox="432 1010 504 1039">Judul</td><td data-bbox="603 1010 1343 1077"><i>Thyroid-Hormone–Disrupting Chemicals: Evidence for Dose-Dependent Additivity or Synergism</i></td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1088 504 1117">Peneliti</td><td data-bbox="603 1088 1343 1200">Kevin M. Crofton, Elena S. Craft, Joan M. Hedge, Chris Gennings, Jane E. Simmons, Richard A. Carchman, W. Hans Carter Jr., and Michael J. DeVito, 2005</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1211 504 1240">Metode</td><td data-bbox="603 1211 772 1240">Cohort Study</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1252 504 1281">Subyek</td><td data-bbox="603 1252 1343 1386">18 tikus dipapari prototype thyroid-disrupting chemicals (TDCs) dengan rincian 2 tikus dipapari dengan dioxins, 4 tikus dipapari dengan dibenzofurans, dan 12 tikus dipapari dengan PCBs dalam 4 hari yang berturut-turut.</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1397 504 1426">Variabel</td><td data-bbox="603 1397 724 1426">Serum T4</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1438 504 1467">Hasil</td><td data-bbox="603 1438 1343 1467">Terjadi perubahan homeostasis hormone tiroksin/T4.<sup>21</sup></td></tr> </table>	Judul	<i>Thyroid-Hormone–Disrupting Chemicals: Evidence for Dose-Dependent Additivity or Synergism</i>	Peneliti	Kevin M. Crofton, Elena S. Craft, Joan M. Hedge, Chris Gennings, Jane E. Simmons, Richard A. Carchman, W. Hans Carter Jr., and Michael J. DeVito, 2005	Metode	Cohort Study	Subyek	18 tikus dipapari prototype thyroid-disrupting chemicals (TDCs) dengan rincian 2 tikus dipapari dengan dioxins, 4 tikus dipapari dengan dibenzofurans, dan 12 tikus dipapari dengan PCBs dalam 4 hari yang berturut-turut.	Variabel	Serum T4	Hasil	Terjadi perubahan homeostasis hormone tiroksin/T4. <sup>21</sup>
Judul	<i>Thyroid-Hormone–Disrupting Chemicals: Evidence for Dose-Dependent Additivity or Synergism</i>												
Peneliti	Kevin M. Crofton, Elena S. Craft, Joan M. Hedge, Chris Gennings, Jane E. Simmons, Richard A. Carchman, W. Hans Carter Jr., and Michael J. DeVito, 2005												
Metode	Cohort Study												
Subyek	18 tikus dipapari prototype thyroid-disrupting chemicals (TDCs) dengan rincian 2 tikus dipapari dengan dioxins, 4 tikus dipapari dengan dibenzofurans, dan 12 tikus dipapari dengan PCBs dalam 4 hari yang berturut-turut.												
Variabel	Serum T4												
Hasil	Terjadi perubahan homeostasis hormone tiroksin/T4. <sup>21</sup>												
4	<table> <tr> <td data-bbox="432 1536 504 1565">Judul</td><td data-bbox="603 1536 1343 1648">Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1659 504 1688">Peneliti</td><td data-bbox="603 1659 868 1688">Sungkawa HB, 2008</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1700 504 1729">Metode</td><td data-bbox="603 1700 772 1729">Case Control</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1740 504 1769">Subyek</td><td data-bbox="603 1740 1331 1769">Petani 68 orang untuk kasus dan 68 orang untuk kontrol</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1780 504 1809">Variabel</td><td data-bbox="603 1780 1091 1809">Paparan Pestisida dan Kejadian Goiter</td></tr> <tr> <td data-bbox="432 1821 504 1850">Hasil</td><td data-bbox="603 1821 1343 1939">Faktor risiko masa kerja petani, lama kerja per hari, jenis pestisida, frekuensi penyemprotan, posisi terhadap arah angin, dan penggunaan alat pelindung diri berpengaruh terhadap kejadian goiter dengan probabilitas 33,78%.<sup>17</sup></td></tr> </table>	Judul	Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang	Peneliti	Sungkawa HB, 2008	Metode	Case Control	Subyek	Petani 68 orang untuk kasus dan 68 orang untuk kontrol	Variabel	Paparan Pestisida dan Kejadian Goiter	Hasil	Faktor risiko masa kerja petani, lama kerja per hari, jenis pestisida, frekuensi penyemprotan, posisi terhadap arah angin, dan penggunaan alat pelindung diri berpengaruh terhadap kejadian goiter dengan probabilitas 33,78%. <sup>17</sup>
Judul	Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang												
Peneliti	Sungkawa HB, 2008												
Metode	Case Control												
Subyek	Petani 68 orang untuk kasus dan 68 orang untuk kontrol												
Variabel	Paparan Pestisida dan Kejadian Goiter												
Hasil	Faktor risiko masa kerja petani, lama kerja per hari, jenis pestisida, frekuensi penyemprotan, posisi terhadap arah angin, dan penggunaan alat pelindung diri berpengaruh terhadap kejadian goiter dengan probabilitas 33,78%. <sup>17</sup>												



**Tabel 1.1.** Lanjutan

Nomor	Penelitian
5	Judul Pajanan Pestisida sebagai Faktor Risiko Disfungsi Tiroid pada Kelompok Wanita Usia Subur (WUS) di Daerah Pertanian Dataran Rendah.
	Peneliti Suhartono, 2010
	Subyek Wanita Usia Subur 44 orang sebagai kasus dan 45 orang sebagai kontrol.
	Metode Cross Sectional (untuk mengukur prevalensi dan untuk menentukan yang menjadi kelompok kasus atau kontrol) dan Case Control untuk mencari hubungan antara kejadian hipotiroidisme dengan factor risiko.
	Variabel Variabel terikat: Kejadian disfungsi tiroid Variabel bebas: Pajanan pestisida Variabel pengganggu: Umur, Jenis Kelamin, Status gizi, Intake Iodium, Intake goitrogenik, Riwayat paparan asap rokok, Kebiasaan memakai obat nyamuk bakar/semprot dan Kebiasaan kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan.
	Hasil Pajanan Pestisida sebagai Faktor Risiko Disfungsi Tiroid pada Kelompok WUS di Daerah Pertanian Dataran Rendah, memiliki prevalensi hipotiroidisme pada WUS ialah 22,2% dan hipertiroidisme 2,3%. <sup>18</sup>

Penelitian-penelitian tersebut mengkaji kejadian disfungsi tiroid atau kejadian goiter, dengan subyek penelitiannya yang berhubungan dengan subyek di wilayah pertanian atau petani. Sehingga faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian disfungsi tiroid atau kejadian goiter lebih difokuskan pada pajanan pestisida sebagai variabel bebasnya. Pada penelitian ini dan penelitian Suhartono, selain variabel bebas, dianalisis juga kemungkinan penyebab-penyebab lain yang dapat menyebabkan kejadian disfungsi tiroid.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Suhartono adalah terletak pada obyek penelitian. Pada penelitian Suhartono, subyek penelitiannya adalah wanita usia subur di daerah pertanian dataran rendah. Pada penelitian ini subyeknya adalah pada siswa-siswa SD di daerah pertanian pantai utara, sehingga proses observasi terhadap variabel-variabel yang akan diteliti menjadi berbeda.

## **BAB II**

### **TIJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pestisida**

Pestisida adalah istilah umum untuk berbagai produk yang dirancang untuk mengendalikan dan mengelola hama. Istilah *Pest*, paling tidak dalam konteks definisi undang-undang atau peraturan, mencakup setiap spesies yang tidak diinginkan atau tidak dikehendaki. Contoh umum pestisida dan pest (hama) yang menjadi target/sasarannya adalah herbisida untuk mengendalikan gulma, insektisida untuk mengendalikan serangga, fungisida untuk mengendalikan beberapa jenis penyakit jamur tanaman, penolak serangga, rodentisida untuk mengendalikan tikus, tikus tanah (curut) dan binatang pengerat lainnya, algisida untuk mengontrol alga di kolam renang, *antifouling agent* untuk mengendalikan organisme yang menempel pada lambung perahu, dan pengawet untuk mengendalikan pembusukan kayu dan bahan lainnya. Pestisida mungkin berasal dari suatu bahan kimia atau biologis misalnya, bakteri dan virus yang digunakan sebagai produk pengendalian hama. Pestisida berbeda dari banyak zat lingkungan lainnya yang menjadi perhatian karena pestisida tersebar di lingkungan melalui penggunaan sengaja untuk tujuan tertentu. Ironisnya, disamping pestisida berefek biologis dalam pengendalian hama yang berharga bagi masyarakat, juga dapat mengakibatkan efek biologis yang tidak diinginkan yang mungkin menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.<sup>22</sup>

Mengingat peranannya yang sangat besar, perdagangan pestisida dewasa ini semakin ramai. Berdasarkan data pencatatan dari Badan Proteksi

Lingkungan Amerika Serikat, saat ini lebih dari 2.600 bahan aktif pestisida yang telah beredar di pasaran. Sebanyak bahan aktif tersebut, 575 berupa herbisida, 610 berupa insektisida, 670 berupa fungisida dan nematisida, 125 berupa rodentisida dan 600 berupa disinfektan. Lebih dari 35 ribu formulasi telah dipasarkan di dunia. Di Indonesia, untuk keperluan perlindungan tanaman khususnya untuk pertanian dan kehutanan pada tahun 1986 tercatat 371 formulasi yang telah terdaftar dan diizinkan penggunaannya, dan 38 formulasi yang baru mengalami proses pendaftaran ulang. Sedangkan ada 215 bahan aktif yang telah terdaftar dan beredar di pasaran.<sup>23</sup>

Toksisitas atau daya racun adalah sifat bawaan pestisida yang menggambarkan potensi pestisida untuk menimbulkan kematian langsung (atau bahaya lainnya) pada hewan tingkat tinggi, termasuk manusia. Toksisitas dibedakan menjadi toksisitas akut, toksisitas kronik, dan toksisitas subkronik. Toksisitas akut merupakan pengaruh merugikan yang timbul segera setelah pemaparan dengan dosis tunggal suatu bahan kimia atau pemberian dosis ganda dalam waktu kurang lebih 24 jam. Toksisitas akut dinyatakan dalam angka LD50 (*lethal dose*, 50%), yaitu dosis yang bisa mematikan 50% dari binatang uji (umumnya tikus, kecuali dinyatakan lain) yang dihitung dalam mg/kg berat badan. LD50 merupakan indikator daya racun yang utama, di samping indikator lain. Dibedakan antara LD50 oral (lewat mulut) dan LD50 dermal (lewat kulit). LD50 oral adalah potensi kematian yang terjadi pada hewan uji jika senyawa kimia tersebut termakan, sedangkan LD50 dermal adalah potensi kematian jika hewan uji kontak langsung lewat kulit dengan racun tersebut.<sup>23</sup>

Toksisitas kronik adalah pengaruh merugikan yang timbul akibat pemberian takaran harian berulang dari pestisida atau pemaparan pestisida yang

berlangsung cukup lama (biasanya lebih dari 50% rentang hidup). Pada hewan percobaan, ini berarti periode paparan selama 2 tahun. Sementara toksisitas subkronik mirip dengan toksisitas kronik, tetapi untuk rentang waktu yang lebih pendek, sekitar 10% dari rentang hidupnya, atau untuk hewan percobaan adalah paparan selama 3 bulan. Parameter lain yang digunakan adalah LC50 (*Lethal Concentration*, 50%) inhalasi, yaitu konsentrasi (mg/l udara) pestisida yang mematikan 50% dari binatang uji. LC50 juga digunakan untuk menguji daya racun pestisida (mg/l air) terhadap hewan air (misalnya ikan).<sup>23</sup>

### **1. Formulasi Pestisida**

Bahan terpenting dalam pestisida yang bekerja aktif terhadap hama sasaran disebut bahan aktif. Dalam pembuatan pestisida di pabrik, bahan aktif tersebut tidak dibuat secara murni (100%) tetapi bercampur sedikit dengan bahan-bahan pembawa lainnya. Produk jadi yang merupakan campuran fisik antara bahan aktif dan bahan tambahan yang tidak aktif dinamakan formulasi.<sup>24</sup>

Formulasi sangat menentukan bagaimana pestisida dengan bentuk dan komposisi tertentu harus digunakan, berapa dosis atau takaran yang harus digunakan, berapa frekuensi dan interval penggunaan, serta terhadap jasad sasaran apa pestisida dengan formulasi tersebut dapat digunakan secara efektif.<sup>24</sup>

Selain itu, formulasi pestisida juga menentukan aspek keamanan penggunaan pestisida dibuat dan diedarkan dalam banyak macam formulasi, sebagai berikut : <sup>24</sup>

a. Formulasi Padat

- 1) *Wettable Powder* (WP), merupakan sediaan bentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan kadar bahan aktif relatif tinggi (50 – 80%), yang jika dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Pengaplikasian WP dengan cara disemprotkan.
- 2) *Soluble Powder* (SP), merupakan formulasi berbentuk tepung yang jika dicampur air akan membentuk larutan homogen. Digunakan dengan cara disemprotkan.
- 3) Butiran/*Granule* (G), umumnya merupakan sediaan siap pakai dengan konsentrasi bahan aktif rendah (sekitar 2%). Ukuran butiran bervariasi antara 0,7 – 1 mm. Pestisida butiran umumnya digunakan dengan cara ditaburkan di lapangan (baik secara manual maupun dengan mesin penabur).
- 4) *Water Dispersible Granule* (WG atau WDG), berbentuk butiran tetapi penggunaannya sangat berbeda. Formulasi WDG harus diencerkan terlebih dahulu dengan air dan digunakan dengan cara disemprotkan.
- 5) *Soluble Granule* (SG), mirip dengan WDG yang juga harus diencerkan dalam air dan digunakan dengan cara disemprotkan. Bedanya, jika dicampur dengan air, SG akan membentuk larutan sempurna.
- 6) Tepung Hembus, merupakan sediaan siap pakai (tidak perlu dicampur dengan air) berbentuk tepung (ukuran partikel 10 – 30 mikron) dengan konsentrasi bahan aktif rendah (2%) digunakan dengan cara dihembuskan (*dusting*).

## b. Formulasi Cair

- 1) *Emulsifiable Concentrate* atau *Emulsible Concentrate* (EC), merupakan sediaan berbentuk pekatan (konsentrat) cair dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Oleh karena menggunakan *solvent* berbasis minyak, konsentrat ini jika dicampur dengan air akan membentuk emulsi (butiran benda cair yang melayang dalam media cair lainnya). Bersama formulasi WP, formulasi EC merupakan formulasi klasik yang paling banyak digunakan saat ini.
- 2) *Water Soluble Concentrate* (WCS), merupakan formulasi yang mirip dengan EC, tetapi karena menggunakan sistem *solvent* berbasis air maka konsentrat ini jika dicampur air tidak membentuk emulsi, melainkan akan membentuk larutan homogen. Umumnya formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- 3) *Aqueous Solution* (AS), merupakan pekatan yang bisa dilarutkan dalam air. Pestisida yang diformulasi dalam bentuk AS umumnya berupa pestisida yang memiliki kelarutan tinggi dalam air. Pestisida yang diformulasi dalam bentuk ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- 4) *Soluble Liquid* (SL), merupakan pekatan cair. Jika dicampur air, pekatan cair ini akan membentuk larutan. Pestisida ini juga digunakan dengan cara disemprotkan.
- 5) *Ultra Low Volume* (ULV), merupakan sediaan khusus untuk penyemprotan dengan volume ultra rendah, yaitu volume semprot antara 1 – 5 liter/hektar. Formulasi ULV umumnya berbasis minyak

karena untuk penyemprotan dengan volume ultra rendah digunakan butiran semprot yang sangat halus.

c. Kode Formulasi pada Nama Dagang

Bentuk formulasi dan kandungan bahan aktif pestisida dicantumkan di belakang nama dagangnya. Adapun prinsip pemberian nama dagang sebagai berikut :<sup>24</sup>

- 1) Jika diformulasi dalam bentuk padat, angka di belakang nama dagang menunjukkan kandungan bahan aktif dalam persen. Sebagai contoh herbisida *Karmex 80 WP* mengandung 80% bahan aktif. Insektisida *Furadan 3 G* berarti mengandung bahan aktif 3%.
- 2) Jika diformulasi dalam bentuk cair, angka di belakang nama dagang menunjukkan jumlah gram atau mililiter (ml) bahan aktif untuk setiap liter produk. Sebagai contoh, fungisida *Score 250 EC* mengandung 250 ml bahan aktif dalam setiap liter produk *Score 250 EC*.
- 3) Jika produk tersebut mengandung lebih dari satu macam bahan aktif maka kandungan bahan-bahan aktifnya dicantumkan semua dan dipisahkan dengan garis miring. Sebagai contoh, fungisida *Ridomil Gold MZ 4/64 WP* mengandung bahan-bahan aktif metalaksil-M 4% dan *Mancozeb 64%* dan diformulasi dalam bentuk WP.

## 2. Klasifikasi Pestisida

Pestisida dapat digolongkan menurut penggunaannya dan disubklasifikasi menurut jenis bentuk kimianya. Dari bentuk komponen bahan aktifnya maka pestisida dapat dipelajari efek toksiknya terhadap manusia maupun makhluk hidup lainnya dalam lingkungan yang bersangkutan.<sup>25</sup>

**Tabel 2.1** Klasifikasi beberapa pestisida dan contohnya <sup>25</sup>

Klasifikasi	Bentuk Kimia	Bahan aktif	Keterangan
Insektisida	Botani	<i>Nikotine</i>	Tembakau
		<i>Pyrethrine</i>	Pyrrtrum
		<i>Rotenon</i>	-
	Carbamate	<i>Carbaryl</i>	Toksik kontak
		<i>Carbofuran</i>	Toksik sistemik
		<i>Methiocorb</i>	Bekerja pada lambung
	Organophosphate	<i>Thiocarb</i>	juga moluskisida
		<i>Dichlorovos</i>	Toksik kontak
		<i>Dimethoat</i>	Toksik kontak Sistemik
		<i>Palathion</i>	
	Organochlorine	<i>Malathion</i>	Toksik kontak
		<i>Diazinon</i>	Toksik kontak
		<i>Chlorpyrifos</i>	Kontak dan ingesti
		<i>DDT</i>	
		<i>Lindane</i>	Kontak, ingesti
		<i>Dieldrin</i>	Persisten
		<i>Eldrin</i>	Persisten
		<i>Endosulfan</i>	Kontak, ingesti
		<i>GammaHCH</i>	Kontak, ingesti
Herbisida	Aset anilid	<i>Atachlor</i>	Sifat residu
		<i>Propachlor</i>	
		<i>Bentazaone</i>	Kontak
	Amida	<i>Chlorprophan</i>	
		<i>Asulam</i>	
	Triazine	<i>Athrazin</i>	
	Triazinone	<i>Metribuzine</i>	
Fungisida	Inorganik	<i>Metamitron</i>	Toksin kontak
		<i>Bordeaux mixture</i>	Protektan
		<i>Copper</i>	Protektan
		<i>oxychlorid</i>	
	Benzimidazole	<i>Mercurous chloride</i>	Protektan, sistemik
		<i>Hydrocarbon-phenolic</i>	Protektan, kuratif
		<i>Sulfur</i>	
		<i>Thiabendazole</i>	
		<i>Tar oil</i>	



#### **a. *Organophosphate***

Lebih dari 50.000 komponen *organophosphate* telah disintesis dan diuji untuk aktivitas insektisidanya. Tetapi yang telah digunakan tidak lebih dari 500 jenis saja dewasa ini. Semua produk *organophosphate* tersebut berefek toksik bila tertelan, dimana hal ini sama dengan tujuan penggunaannya untuk membunuh serangga. Beberapa jenis insektisida digunakan untuk keperluan medis misalnya fisostigmin, edrophium dan neostigmin yang digunakan untuk aktivitas kolinomimetik (efek seperti *acetylcholine*). Obat tersebut digunakan untuk pengobatan gangguan neuromuskuler seperti myasthenia gravis. Fisostigmin juga digunakan untuk antidotum pengobatan toksisitas ingesti dari substansi antikolinergik (mis: *tricyclic antidepressant*, *atropine* dan sebagainya). Fisostigmin, ekotipat iodida dan *organophosphorus* juga berefek langsung untuk mengobati glaucoma pada mata yaitu untuk mengurangi tekanan intraokuler pada bola mata.<sup>25</sup>

##### **1) Struktur kimia *organophosphate***

*Organophosphate* disintesis pertama di Jerman pada awal perang dunia ke II. Bahan tersebut digunakan untuk gas saraf sesuai dengan tujuannya sebagai insektisida. Pada awal sintesisnya diproduksi senyawa *Tetraethyl Pyrophosphate* (TEPP), *Parathion* dan *Schordan* yang sangat efektif sebagai insektisida, tetapi juga cukup toksik terhadap mamalia. Penelitian berkembang terus dan ditemukan komponen yang poten terhadap insekta tetapi kurang toksik terhadap orang (mis: *Malathion*), tetapi masih sangat toksik terhadap insekta.<sup>25</sup>

Nama	Struktur
<i>Tetraethyl Pyrophosphate (TEPP)</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
<i>Parathion</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 \end{array}$
<i>Malathion</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}(\text{COCH}_2\text{CH}_3)_2 \\ \text{CH}_3\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}(\text{COCH}_2\text{CH}_3)_2 \end{array}$
<i>Sarin</i>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{F} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

**Gambar 2.1.** Struktur kimia beberapa pestisida golongan organophosphate<sup>25</sup>

## 2) Penggolongan pestisida *organophosphate*

Berikut ini adalah pestisida yang termasuk dalam golongan organofosfat antara lain :<sup>24</sup>

- Asefat, diperkenalkan pada tahun 1972. Asefat berspektrum luas untuk mengendalikan hama-hama penusuk-penghisap dan pengunyah seperti *Aphids*, *Thrips*, larva *Lepidoptera* (termasuk ulat tanah), penggorok daun dan wereng. LD50 (tikus) sekitar 1.030 – 1.147 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) > 10.000 mg/kg menyebabkan iritasi ringan pada kulit (kelinci).

- b. Kadusafos, merupakan insektisida dan nematisida racun kontak dan racun perut. LD50 (tikus) sekitar 37,1 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) 24,4 mg/kg tidak menyebabkan iritasi kulit dan tidak menyebabkan iritasi pada mata.
- c. Klorfenvinfos, diumumkan pada tahun 1962. Insektisida ini bersifat nonsistemik serta bekerja sebagai racun kontak dan racun perut dengan efek residu yang panjang. LD50 (tikus) sekitar 10 mg/kg; LD50 dermal (tikus) 31 – 108 mg/kg.
- d. Klorpirifos, merupakan insektisida non-sistemik, diperkenalkan tahun 1965, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan inhalasi. LD50 oral (tikus) sebesar 135 – 163 mg/kg; LD50 dermal (tikus) >2.000 mg/kg berat badan.
- e. Kumafos, ditemukan pada tahun 1952. Insektisida ini bersifat non-sistemik untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Diptera. LD50 oral (tikus) 16 – 41 mg/kg; LD50 dermal (tikus) > 860 mg/kg.
- f. Diazinon, pertama kali diumumkan pada tahun 1953. Diazinon merupakan insektisida dan akarisida non-sistemik yang bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan efek inhalasi. Diazinon juga diaplikasikan sebagai bahan perawatan benih (*seed treatment*). LD50 oral (tikus) sebesar 1.250 mg/kg.
- g. Diklorvos (DDVP), dipublikasikan pertama kali pada tahun 1955. Insektisida dan akarisida ini bersifat non-sistemik, bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan racun inhalasi. Diklorvos memiliki efek *knockdown* yang sangat cepat dan digunakan di bidang-bidang

pertanian, kesehatan masyarakat, serta insektisida rumah tangga. LD50 (tikus) sekitar 50 mg/kg; LD50 dermal (tikus) 90 mg/kg.

- h. *Malathion*, diperkenalkan pada tahun 1952. *Malathion* merupakan pro-insektisida yang dalam proses metabolisme serangga akan diubah menjadi senyawa lain yang beracun bagi serangga. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini bertindak sebagai racun kontak dan racun lambung, serta memiliki efek sebagai racun inhalasi. *Malathion* juga digunakan dalam bidang kesehatan masyarakat untuk mengendalikan vektor penyakit. LD50 oral (tikus) 1.375 – 2.800 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) 4.100 mg/kg.
- i. *Parathion*, ditemukan pada tahun 1946 dan merupakan insektisida pertama yang digunakan di lapangan pertanian dan disintesis berdasarkan *lead-structure* yang disarankan oleh G. Schrader. Parathion merupakan insektisida dan akarisida, memiliki *mode of action* sebagai racun saraf yang menghambat kolinesterase, bersifat non-sistemik, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan racun inhalasi. Parathion termasuk insektisida yang sangat beracun, LD50 (tikus) sekitar 2 mg/kg; LD50 dermal (tikus) 71 mg/kg.
- j. Profenofos, ditemukan pada tahun 1975. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini memiliki aktivitas translaminar dan ovisida. Profenofos digunakan untuk mengendalikan berbagai serangga hama (terutama Lepidoptera) dan tungau. LD50 (tikus) sekitar 358 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) 472 mg/kg.
- k. Triazofos, ditemukan pada tahun 1973. Triazofos merupakan insektisida, akarisida, dan nematisida berspektrum luas yang bekerja

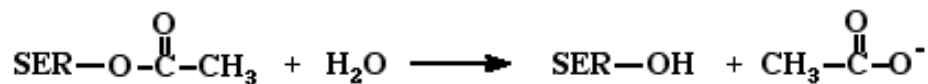
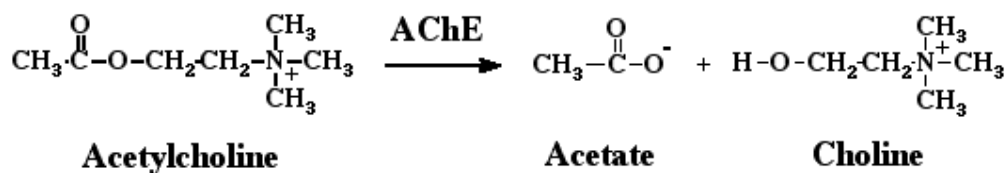
sebagai racun kontak dan racun perut. Triazofos bersifat non-sistemik, tetapi bias menembus jauh ke dalam jaringan tanaman (translaminar) dan digunakan untuk mengendalikan berbagai hama seperti ulat dan tungau. LD50 (tikus) sekitar 57 – 59 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg.

### 3) Mekanisme toksisitas *organophosphate*

*Organophosphate* adalah insektisida yang paling toksik diantara jenis pestisida lainnya dan sering menyebabkan keracunan pada orang. Termakan hanya dalam jumlah sedikit saja dapat menyebabkan kematian, tetapi diperlukan lebih dari beberapa mg untuk dapat menyebabkan kematian pada orang dewasa.<sup>25</sup>

Organofosfat menghambat aksi pseudokolinesterase dalam plasma dan kolinesterase dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Enzim tersebut secara normal menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah asetilkolin meningkat dan berikatan dengan reseptor muskarinik dan nikotinik pada sistem saraf pusat dan perifer. Hal tersebut menyebabkan timbulnya gejala keracunan yang berpengaruh pada seluruh bagian tubuh.<sup>25</sup>

Penghambatan kerja enzim terjadi karena *organophosphate* melakukan fosforilasi enzim tersebut dalam bentuk komponen yang stabil.<sup>25</sup>



$  \text{SER}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2  $	Pada bentuk ini enzim mengalami fosforilasi
--	---

**Gambar 2.2.** Struktur kimia senyawa aktif dari pestisida golongan *organophosphate*<sup>25</sup>

**Tabel 2.2.** Nilai LD50 insektisida organofosfat<sup>25</sup>

Komponen	LD50 (mg/Kg)
<i>Akton</i>	146
<i>Coroxon</i>	12
<i>Diazinon</i>	100
<i>Dichlorovos</i>	56
<i>Ethion</i>	27
<i>Malathion</i>	1375
<i>Mecarban</i>	36
<i>Methyl parathion</i>	10
<i>Parathion</i>	3
<i>Sevin</i>	274
<i>Systox</i>	2,5
<i>TEPP</i>	1

#### 4) Gejala keracunan *organophosphate*

Gejala keracunan organofosfat sangat bervariasi. Setiap gejala yang timbul sangat bergantung pada adanya stimulasi asetilkolin persisten atau depresi yang diikuti oleh stimulasi saraf pusat maupun perifer.

**Tabel 2.3.** Efek muskarinik, nikotinik dan saraf pusat pada toksisitas organofosfat <sup>25</sup>

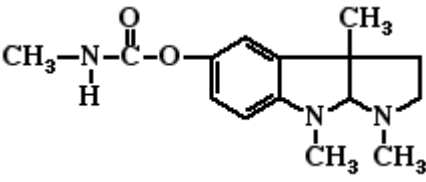
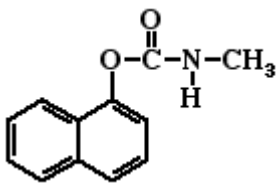
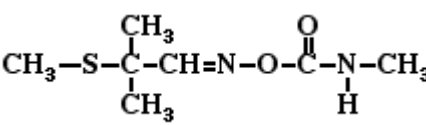
Efek	Gejala
1. Muskarinik	Salivasi, lakrimasi, urinasi dan diare (SLUD) Kejang perut Nausea dan vomitus Bradikardia Miosis Berkeringat
2. Nikotinik	Pegal-pegal, lemah Tremor Paralisis Dispnea Takikardia
3. Sistem saraf pusat	Bingung, gelisah, insomnia, neurosis Sakit kepala Emosi tidak stabil Bicara terbata-bata Kelemahan umum Konvulsi Depresi respirasi dan gangguan jantung Koma

Gejala awal seperti SLUD terjadi pada keracunan organofosfat secara akut karena terjadinya stimulasi reseptor muskarinik sehingga kandungan asetil kolin dalam darah meningkat pada mata dan otot polos.<sup>25</sup>

#### **b. Carbamate**

Insektisida karbamat telah berkembang setelah organofosfat. Insektisida ini biasanya daya toksisitasnya rendah terhadap mamalia dibandingkan dengan organofosfat, tetapi sangat efektif untuk membunuh insekta.<sup>25</sup>

Struktur karbamat seperti *physostigmine*, ditemukan secara alamiah dalam kacang *calabar* (*calabar bean*). Bentuk *carbaryl* telah secara luas dipakai sebagai insektisida dengan komponen aktifnya adalah *Sevine*<sup>R</sup>.<sup>25</sup>

Nama	Struktur kimia
<i>Physostigmine</i>	
<i>Carbaryl</i>	
<i>Temik</i>	

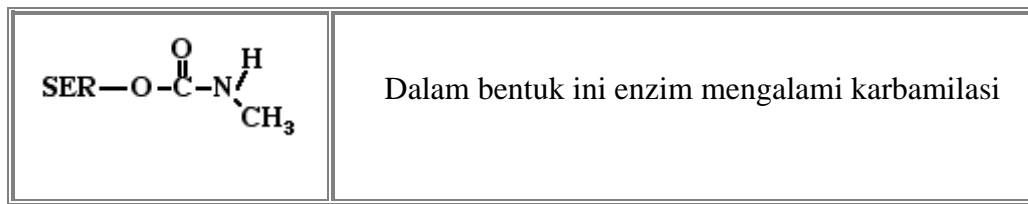
**Gambar 2.3.** Struktur kimia insektisida *Carbamate*<sup>25</sup>

Mekanisme toksisitas dari karbamat adalah sama dengan organofosfat, dimana enzim asetil kolin dihambat dan mengalami karbamilasi. Jika pada golongan organofosfat hambatan tersebut bersifat irreversible (tidak dapat dipulihkan), pada karbamat hambatan tersebut bersifat reversible (dapat dipulihkan). Pestisida dari golongan karbamat relatif mudah diurai di lingkungan (tidak persisten) dan tidak terakumulasi oleh jaringan lemak hewan. Karbamat juga merupakan insektisida yang banyak jenisnya. Berikut ini adalah beberapa jenis insektisida karbamat :<sup>24</sup>

1. Aldikarb, merupakan insektisida, akarisida, serta nematisida sistemik yang cepat diserap oleh akar dan ditransportasikan secara akropetal. Aldikarb merupakan insektisida yang paling toksik, dengan LD50 (tikus) sekitar 0,93 mg/kg; LD50 dermal (kelinci) > 20 mg/kg.

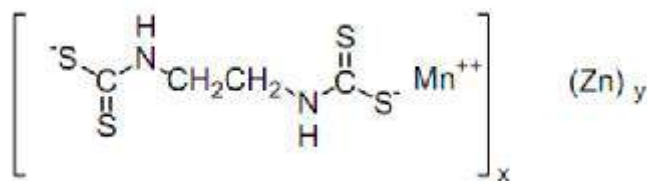


2. Benfurakarb, merupakan insektisida sistemik yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut serta diaplikasikan terutama sebagai insektisida tanah. LD50 (tikus) 205,4 (jantan) – 222,6 (betina) mg/kg; LD50 dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg.
3. Karbaril, merupakan karbamat pertama yang sukses di pasaran. Karbaril bertindak sebagai racun perut dan racun kontak dengan sedikit sifat sistemik. Salah satu sifat unik karbaril yaitu efeknya sebagai zat pengatur tumbuh dan sifat ini digunakan untuk menjarangkan buah pada apel. LD50 (tikus) sekitar 500 (b) – 850 (j) mg/kg; LD50 dermal (tikus) > 4.000 mg/kg.
4. Fenobukarb (BPMC), merupakan insektisida non-sistemik dengan kerja sebagai racun kontak. Nama resmi insektisida ini adalah fenobukarb, tetapi di Indonesia lebih dikenal dengan BPMC yang merupakan singkatan dari nama kimianya, yaitu *buthylphenylmethyl carbamate*. LD50 (tikus) sekitar 623 (j) – 657 (b) mg/kg; LD50 dermal (kelinci) 10.250 mg/kg.
5. Metiokarb, nama umum lainnya adalah merkaptodimetur. Insektisida ini digunakan sebagai racun kontak dan racun perut. LD50 (tikus) sebesar 20 mg/kg; LD50 dermal (tikus) > 5.000 mg/kg.
6. Propoksur, merupakan insektisida yang bersifat non-sistemik dan bekerja sebagai racun kontak serta racun lambung yang memiliki efek *knock down* sangat baik dan residu yang panjang. Propoksur terutama digunakan sebagai insektisida rumah tangga (untuk mengendalikan nyamuk dan kecoa), kesehatan masyarakat, dan kesehatan hewan. LD50 (tikus) sekitar 50 mg/kg; LD50 dermal (tikus) > 5.000 mg/kg.



**Gambar 2.4.** Struktur kimia senyawa aktif dari pestisida golongan *Carbamate*<sup>25</sup>

7. Mancozeb, adalah fungisida *bisdithiocarbamate ethylene*. Merupakan bahan campuran *Zink* dan *Maneb* yang mengandung 16% Mangan, 2% *Zink* dan 62% *ethylenebisdithio carbamate* / *mangan ethylenebisdithio carbamate* plus non zink. Bahan ini dikenalkan oleh Rohm, Hass dan Du Pont tahun 1961, dengan nama dagang *Mancozeb* dan *Manzate 200*. Fungisida ini diaplikasikan untuk melindungi daun. *Mancozeb* adalah gabungan antara *Maneb* dan *Zink* yang masing-masing mempunyai keunggulan tersendiri, sehingga digunakan untuk membasmi berbagai patogen tanaman.<sup>26</sup>



**Gambar 2.5.** Struktur kimia *Mancozeb*<sup>27</sup>

Toksistas akut *Mancozeb* :<sup>27</sup>

Oral : LD50 >5000 mg/kg pada tikus.

Kulit : LD50 >5000 mg/kg pada tikus dan kelinci.

Inhalasi : LC50 (4 h) >5 mg/l pada tikus.

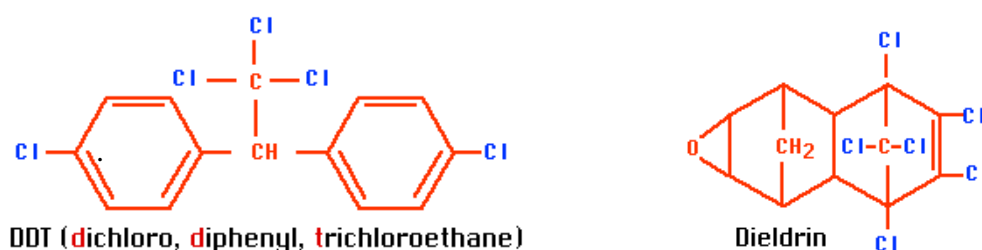
### c. *Organochlorine*

Organoklorin atau disebut *Chlorinated hydrocarbone* terdiri dari beberapa kelompok yang diklasifikasi menurut bentuk kimianya. Yang

paling populer dan pertama kali disintesis adalah *Dichloro-diphenyl-trichloroethane* atau DDT.<sup>25</sup>

**Tabel 2.4.** Klasifikasi insektisida *organochlorine*<sup>25</sup>

Kelompok	Komponen
<i>Cyclodienes</i>	<i>Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Heptachlor, endrin, Toxaphen, Kepon, Mirex.</i>
<i>Hexachlorocyclohexan</i>	<i>Lindane</i>
Derivat <i>Chlorinated-ethan</i>	DDT



**Gambar 2.6.** Struktur kimia DDT dan *Dieldrin*<sup>25</sup>

Mekanisme toksisitas dari DDT masih dalam perdebatan, walaupun komponen kimia ini sudah disintesis sejak tahun 1874. Tetapi pada dasarnya pengaruh toksiknya terfokus pada neurotoksin dan pada otak. Saraf sensorik dan serabut saraf motorik serta korteks motorik adalah merupakan target toksisitas tersebut. Dilain pihak bila terjadi efek keracunan perubahan patologiknya tidaklah nyata. Bila seseorang menelan DDT sekitar 10mg/Kg akan dapat menyebabkan keracunan, hal tersebut terjadi dalam waktu beberapa jam. Perkiraan LD50 untuk manusia adalah 300-500 mg/Kg.<sup>25</sup>

DDT dihentikan penggunaannya sejak tahun 1972, tetapi penggunaannya masih berlangsung sampai beberapa tahun kemudian, bahkan sampai sekarang residu DDT masih dapat terdeteksi. Gejala yang terlihat pada intoksikasi DDT adalah sebagai berikut: nausea, vomitus,

parestesis pada lidah; bibir dan muka, iritabilitas, tremor, konvulsi, koma, kegagalan pernafasan hingga kematian.<sup>25</sup>

**d. Senyawa Arsenat**

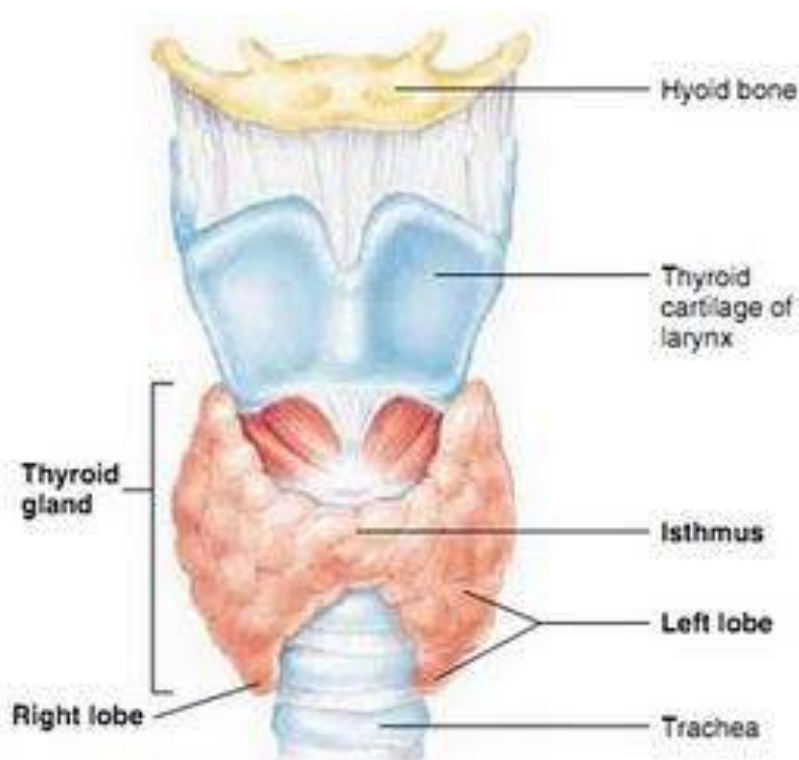
Pada keadaan keracunan akut ini menimbulkan gastroenteritis dan diare yang menyebabkan kekejangan yang hebat sebelum menimbulkan kematian. Pada keadaan kronis menyebabkan pendarahan pada ginjal dan hati.<sup>28</sup>

**e. Piretroid**

Piretroid merupakan senyawa kimia yang meniru struktur kimia (analog) dari piretrin. Piretrin sendiri merupakan zat kimia yang bersifat insektisida yang terdapat dalam piretrum, kumpulan senyawa yang di ekstrak dari bunga semacam krisan piretroid memiliki beberapa keunggulan, diantaranya diaplikasikan dengan takaran relatif sedikit, spektrum pengendaliannya luas, tidak persisten, dan memiliki efek melumpuhkan yang sangat baik. Namun karena sifatnya yang kurang atau tidak selektif, banyak piretroid yang tidak cocok untuk program pengendalian hama terpadu.<sup>28</sup>

**B. Kelenjar Tiroid**

Kelenjar tiroid memiliki dua lobus yang dihubungkan oleh isthmus yang tipis dibawah kartilago krikoida di leher yang menutupi cincin trakea 2 dan 3 (gambar 2.7.). Kapsul fibrosa menggantungkan kelenjar ini pada fascia pratrakea sehingga pada setiap gerakan menelan selalu diikuti dengan gerakan terangkatnya kelenjar kearah kranial, yang merupakan ciri khas kelenjar tiroid. Lobus tiroid berukuran 2,5-4 cm, lebar 1,5-2 cm dan tebal 1-1,5 cm.<sup>29</sup> Kelenjar tiroid mulai terbentuk pada janin berukuran 3,4-4 cm, yaitu pada akhir bulan pertama kehamilan.<sup>30</sup>



**Gambar 2.7.** Kelenjar tiroid terdiri atas lobus kanan dan lobus kiri yang dihubungkan oleh ismus<sup>31</sup>

Secara histologi, tiroid terdiri dari nodula-nodula yang tersusun dari folikel-folikel kecil yang dipisahkan oleh suatu jaringan ikat. Folikel-folikel tiroid dibatasi sel kuboid yang berisi koloid. Sel-sel folikel merupakan tempat sintesis hormon tiroid dan mengaktifkan pelepasannya ke dalam sirkulasi. Zat koloid tiroglobulin, merupakan tempat hormon tiroid disintesis dan pada akhirnya disimpan. Dua hormon utama yang diproduksi oleh folikel-folikel adalah tiroksin ( $T_4$ ) dan triiodotironin ( $T_3$ ). Selain menghasilkan dua hormon tersebut, kelenjar tiroid juga menghasilkan hormon kalsitonin yang berasal dari sel parafolikuler (sel C).<sup>29,31</sup>

$T_4$  dan  $T_3$  berperan dalam regulasi metabolisme karbohidrat, lemak dan protein. Hormon ini dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan yang normal serta juga digunakan untuk maturasi sistem saraf. Hormon ini

menyebabkan terjadinya peningkatan metabolisme karbohidrat, lemak serta protein.<sup>29,31</sup>

Kalsitonin merupakan suatu hormon yang dapat menurunkan kadar kalsium dan fosfat serum dengan menghambat pelepasan kalsium dan fosfat dari tulang dan dengan meningkatkan ekskresi melalui ginjal.<sup>(29,31)</sup> Sekresi hormon tiroid diatur oleh TSH yang diproduksi oleh kelenjar hipofisis anterior.<sup>31</sup>

## 1. Biosintesis dan metabolisme hormon-hormon tiroid

Proses biosintesis hormon tiroid berlangsung dalam beberapa tahap (gambar 2.8.) :<sup>29,30</sup>

### a) Tahap trapping (penangkapan iodida)

Pompa iodida terdapat pada bagian sel basal folikel, yang dalam keadaan basal berhubungan dengan pompa Na/K, tetapi tidak dalam keadaan aktif. Pompa ini bersifat *energy dependent*, dan membutuhkan ATP (adenosin trifosfat).

### b) Tahap oksidasi iodida menjadi iodium

Sebelum iodida ini dapat digunakan dalam sintesis hormon, iodida harus dioksidasi terlebih dahulu menjadi bentuk aktif oleh enzim sistem peroksidase. Bentuk aktif ini diperkirakan ion iodium (  $I^-$  ) atau grup sulfonil iodida, dimana hidrogen peroksidase berasal dari NADH-sitokrom B5 reduktase atau NADH-sitokrom c reduktase. Iodium ini akan bergabung dengan sisa tirosin atau moniodotirosin (MIT) yang ada dalam molekul tiroglobulin.

c) Tahap *coupling*

Masih dalam kerangka molekul tiroglobulin, di samping iodinasi maka pada residu tirosil juga terjadi reaksi *coupling* sebagai usaha membentuk hormon tiroid. Secara intramolekuler T3 dan T4 dibentuk dengan pertolongan reaksi *coupling* radikal bebas MIT dan DIT (Diiodotirosin).

d) Tahap penimbunan atau *storage*

Memang unik bahwa hormon produknya disimpan di tempat ekstraseluler yang disebut koloid. Tiroglobulin, yang menyimpan hormon tiroid atau *precursor*-nya ini, baru akan dikeluarkan apabila dibutuhkan.

e) Tahap deiodinasi

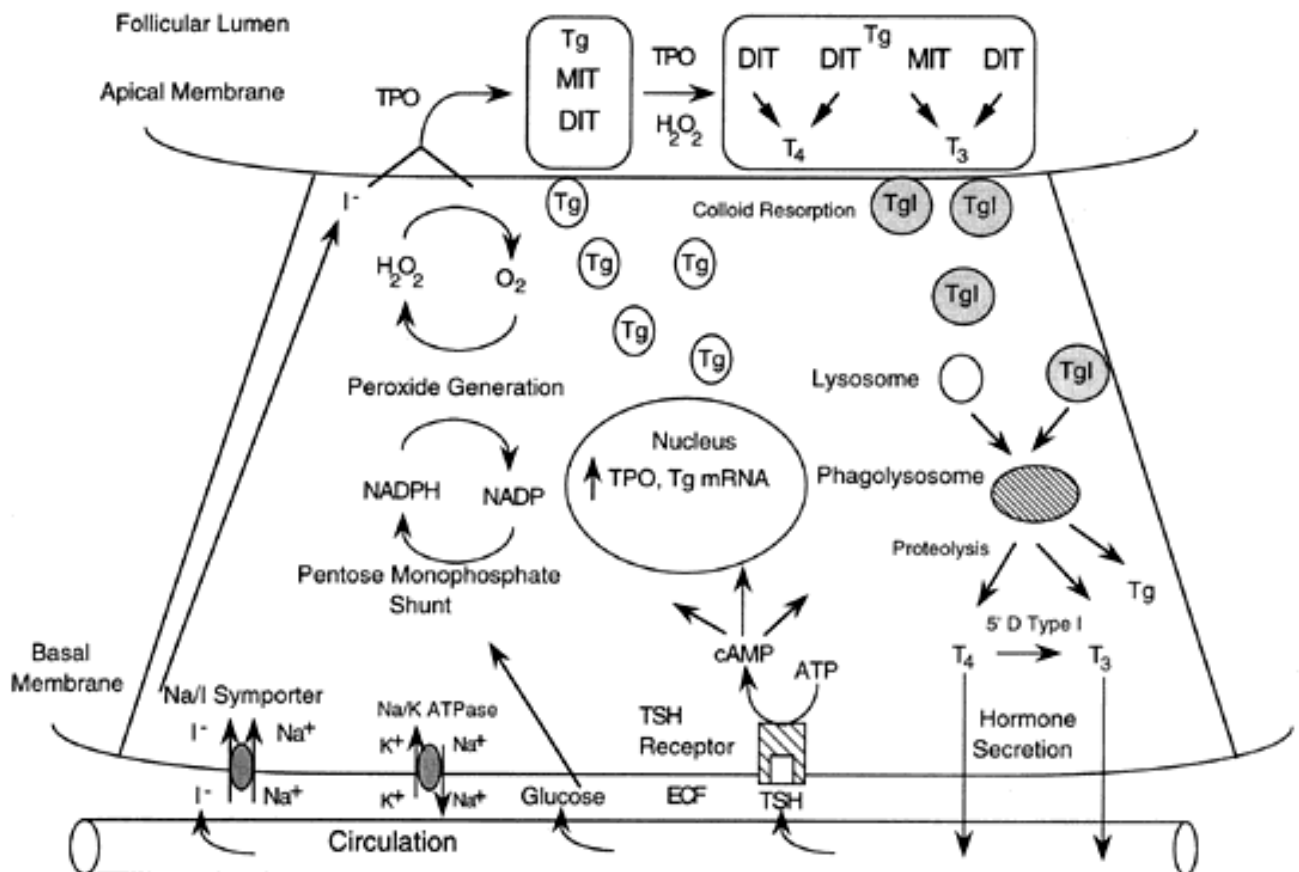
Iodotirosin yang terbentuk akan mengalami deiodinasi, sehingga menjadi iodida + tiroglobulin + residu tirosin. Deiodinasi ini berguna untuk lebih menghemat pemakaian unsur iodium, sebab zat ini secara hormonal memang tidak berguna.

f) Tahap proteolisis

Tiroglobulin dari koloid harus melalui sel tiroid sebelum sampai ke sirkulasi. Peristiwa ini dimulai dengan pembentukan vesikel oleh ujung vili (atas pengaruh *Thyroid Stimulating Hormone*/TSH), menjadi tetes koloid. Hal ini disebut juga sebagai endositosis. Atas pengaruh TSH juga maka lisosom akan mendekati tetes koloid ini, dan menggabung, sehingga terlepaslah secara bebas MIT, DIT, T3 dan T4 akibat dipecahnya tiroglobulin oleh enzim hidrolitik lisosom tadi. Kemudian iodotirosin akan mengalami deiodinasi, sedangkan iodotironin dikeluarkan dari sel.

g) Tahap pengeluaran/pelepasan hormon

Cara keluarnya hormon tiroid dari sel tempat penyimpanannya belum diketahui secara sempurna, tetapi jelas dipengaruhi TSH. Hormon ini melewati membran basal, fenestra sel kapiler kemudian ditangkap oleh pembawanya dalam sistem sirkulasi, yaitu *thyroid binding protein*.



**Gambar 2.8.** Diagram langkah-langkah utama yang terlibat dalam sintesis dan sekresi hormon tiroid. Tg, *thyroglobuline*; DIT, *diiodotyrosine*; MIT, *monoiodotyrosine*; ECF, cairan ekstraseluler, tipe 5'D I, 5'- deiodinase iodothyronine; TPO, tiroid peroksidase; TSH, *thyroid-stimulating hormone*.<sup>32</sup>

Sintesis hormon tiroid memerlukan sejumlah komponen, termasuk iodida, tiroid peroksidase, *thyroglobuline*, dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Iodium diangkut ke dalam tiroid dalam bentuk anorganik, teroksidasi oleh sistem tiroid peroksidase- $H_2O_2$  dan kemudian digunakan untuk iodinasi residu *tyrosyl* di



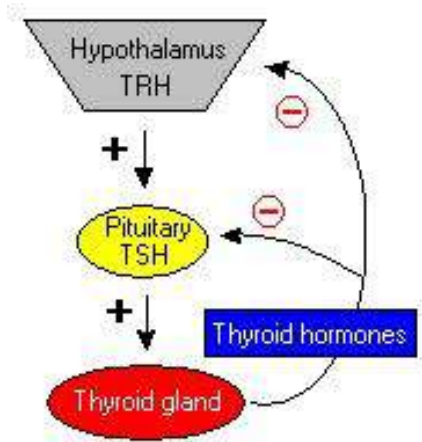
*thyroglobuline*.  $H_2O_2$  sangat penting untuk iodinasi dari *thyroglobuline* dan reaksi kopling berikutnya. *Thyroglobuline* berfungsi sebagai substrat untuk kopling *monoiodotyrosine* (MIT) dan *diiodotyrosine* (DIT) oleh sistem tiroid peroksidase- $H_2O_2$ .<sup>32</sup>

Penangkapan iodida oleh sel-sel folikel tiroid merupakan suatu proses aktif yang membutuhkan energi yang didapat melalui metabolisme oksidatif dalam kelenjar. Iodida berasal dari bahan makanan dan air, atau yang dilepaskan pada deiodinasi hormon tiroid atau bahan-bahan yang mengalami iodinasi. Tiroid mengambil dan mengonsentrasikan iodida 20 hingga 30 kali kadarnya di dalam plasma. Iodida diubah menjadi iodium, dikatalis oleh enzim iodida peroksidase. Iodium kemudian digabungkan dengan molekul tirosin, yaitu proses yang dijelaskan sebagai organifikasi iodium. Proses ini terjadi pada interfase sel koloid.<sup>29</sup>

Senyawa yang terbentuk, monoioditirosin dan diiodotirosin, kemudian digabungkan sebagai berikut : dua molekul diiodotirosin membentuk tiroksin ( $T_4$ ), satu molekul diiodotirosin dan satu molekul monoiodotirosin menghasilkan triiodotirosin ( $T_3$ ). Penggabungan senyawa ini dan penyimpanan hormon yang dihasilkan berlangsung dalam tiroglobulin. Pelepasan hormon dari tempat penyimpanan terjadi dengan masuknya tetes-tetes koloid ke dalam sel-sel folikel dengan proses yang disebut pinositosis. Di dalam sel-sel ini tiroglobulin dihidrolisis dan hormon dilepaskan ke dalam sirkulasi. Berbagai langkah yang dijelaskan tersebut dirangsang oleh tirotropin (*thyroid stimulating hormone/TSH*).<sup>29</sup>

Fungsi tiroid dikontrol oleh hormon glikoprotein hipofisis hormon TSH, yang diatur pula oleh *thyroid releasing hormone* (TRH), suatu neurohormon

hipotalamus. Tiroksin menunjukkan pengaturan timbal balik negatif dari sekresi TSH dengan bekerja langsung pada tiotropin hipofisis.<sup>29</sup>



**Gambar 2.9.** *Negative feedback* tiroid terhadap hipofisis dan hipotalamus<sup>33,34</sup>

Peningkatan kadar hormon tiroid akan menimbulkan umpan balik negatif (*negative feedback*) menghambat hipofisis anterior untuk melepaskan TSH yang lebih banyak dan pelepasan TRH dari hipotalamus (gambar 2.9.).<sup>33</sup>

## 2. Efek terhadap pertumbuhan dan perkembangan

Hormon tiroid mempunyai efek yang kritis terhadap pertumbuhan, sebagian efek langsung terhadap sel-sel dan sebagian sebagai efek tidak langsung dengan memengaruhi produksi serta memperkuat efek hormon pertumbuhan. Hormon ini penting untuk respons normal terhadap parathormon dan kalsitonin dan perkembangan otot rangka, terutama untuk pertumbuhan normal dan pematangan SSP.<sup>31</sup>

## 3. Efek metabolik

Efek metabolik hormon tiroid adalah kalorigenik, termoregulasi. Pada metabolisme protein, dalam dosis fisiologis kerja hormon ini bersifat anabolik tetapi dalam dosis besar bersifat katabolik. Pada metabolisme karbohidrat,

efeknya bersifat diabetogenik karena resorpsi intestinal meningkat, cadangan glikogen hati menipis dan degradasi insulin meningkat. Pada metabolisme lipid,  $T_4$  mempercepat sintesis kolesterol, tetapi lebih cepat akibat degradasi kolesterol dan ekskresinya lewat empedu. Pada hipotiroidisme kolesterol total, kolesterol ester dan fosfolipid meningkat. Konversi provitamin A menjadi vitamin A di hati memerlukan hormon tiroid. Pada hipotiroidisme dapat dijumpai karotenemia, kulit kekuningan. Hormon tiroid penting untuk pertumbuhan saraf otak dan perifer, khususnya 3 tahun pertama kehidupan. Diduga kelainan endokrin terjadi karena efek ini yang terganggu.<sup>30</sup>

## **C. Goiter**

Goiter yang disebut juga gondok, adalah suatu pembengkakan pada leher akibat pembesaran kelenjar tiroid karena adanya kelainan glandula tiroid, yang dapat berupa gangguan fungsi atau perubahan susunan kelenjar dan morfologinya.<sup>35</sup>

### **1. Klasifikasi Goiter**

#### **a. Berdasarkan Fisiologisnya**

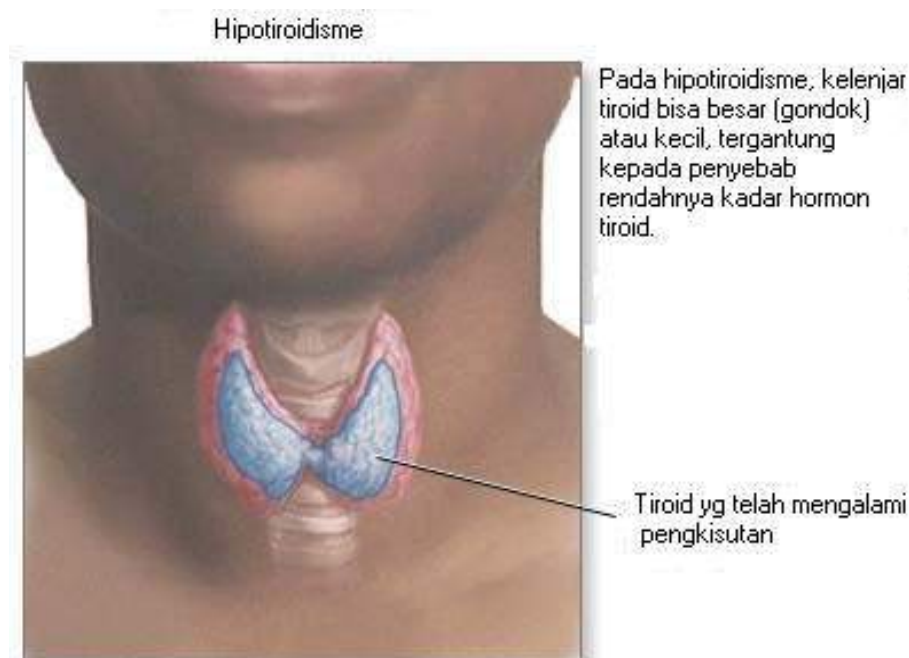
Berdasarkan fisiologisnya goiter dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

##### **1) Eutiroidisme**

Eutiroidisme adalah suatu keadaan hipertrofi pada kelenjar tiroid yang disebabkan stimulasi kelenjar tiroid yang berada di bawah normal, sedangkan kelenjar hipofisis menghasilkan TSH dalam jumlah yang meningkat. Goiter atau struma semacam ini biasanya tidak menimbulkan gejala kecuali pembesaran pada leher yang jika terjadi secara berlebihan dapat mengakibatkan kompresi trakea.<sup>36</sup>

## 2) Hipotiroidisme

Hipotiroidisme adalah kelainan struktural atau fungsional kelenjar tiroid sehingga sintesis dari hormon tiroid menjadi berkurang. Kegagalan dari kelenjar untuk mempertahankan kadar plasma yang cukup dari hormon. Beberapa pasien hipotiroidisme mempunyai kelenjar yang mengalami atrofi atau tidak mempunyai kelenjar tiroid akibat pembedahan/ablasi radioisotop atau akibat destruksi oleh antibodi autoimun yang beredar dalam sirkulasi.<sup>(37,38)</sup>



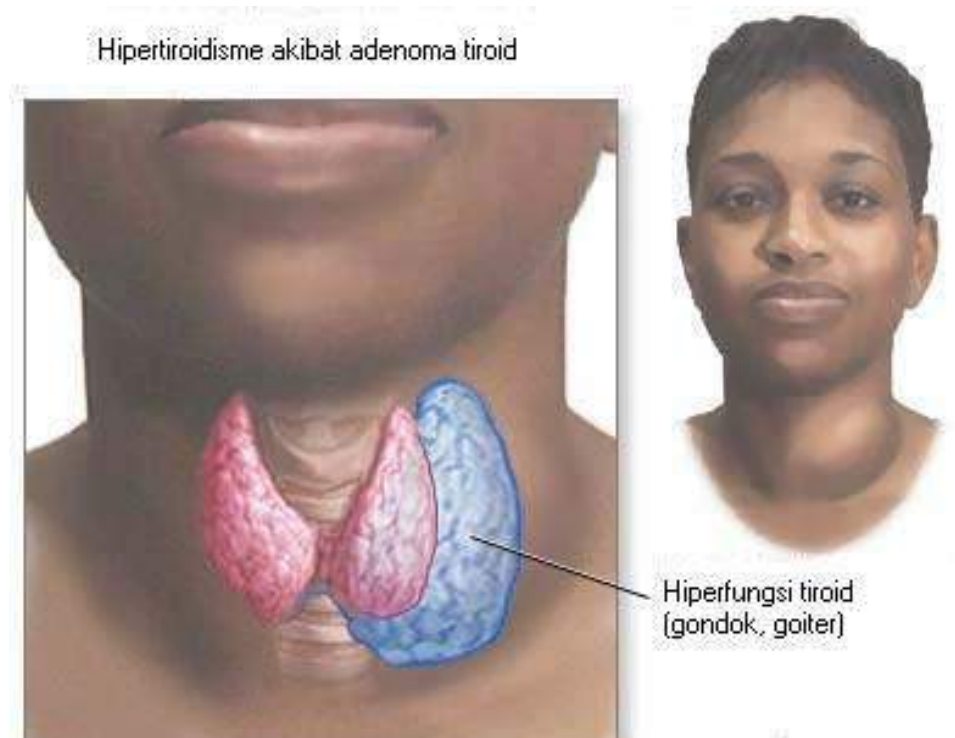
**Gambar 2.10.** Hipotiroidisme<sup>39</sup>

Gejala hipotiroidisme adalah penambahan berat badan, sensitif terhadap udara dingin, dementia, sulit berkonsentrasi, gerakan lamban, konstipasi, kulit kasar, rambut rontok, menstruasi berlebihan, pendengaran terganggu dan penurunan kemampuan bicara.<sup>40,41</sup>

## 3) Hipertiroidisme

Dikenal juga sebagai tirotoksikosis atau Graves yang dapat didefinisikan sebagai respon jaringan-jaringan tubuh terhadap pengaruh

metabolik hormon tiroid yang berlebihan. Keadaan ini dapat timbul spontan atau adanya sejenis antibodi dalam darah yang merangsang kelenjar tiroid, sehingga tidak hanya produksi hormon yang berlebihan tetapi ukuran kelenjar tiroid menjadi besar.<sup>30</sup>



**Gambar 2.11.** Hipertiroidisme<sup>39</sup>

Gejala hipertiroidisme berupa berat badan menurun, nafsu makan meningkat, keringat berlebihan, kelelahan, lebih suka udara dingin, sesak napas. Selain itu juga terdapat gejala jantung berdebar-debar, tremor pada tungkai bagian atas, mata melotot (eksoftalmus), diare, haid tidak teratur, rambut rontok, dan atrofi otot.<sup>40,41</sup>

#### **b. Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI)**

Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) disebabkan kekurangan iodium pada saat tumbuh kembang manusia. *Spektrum* seluruhnya terdiri dari goiter dalam berbagai stadium, *kretin endemik* yang ditandai terutama oleh gangguan mental, gangguan pendengaran, gangguan pertumbuhan pada

anak dan orang dewasa. Ibu hamil dengan kadar tiroksin rendah mempunyai risiko *abortus* dan kematian bayi.<sup>42</sup>

Rangkaian bentuk gangguan untuk setiap tahap perkembangan akibat kekurangan iodium dapat dilihat dalam Tabel 2.5. berikut :

**Tabel 2.5.** Bentuk gangguan akibat kekurangan iodium <sup>6, 42</sup>

<b>Tahap Perkembangan</b>	<b>Bentuk Gangguan</b>
Fetus	Aborsi, lahir mati, gangguan kongenital, kretin neurologik, defisiensi mental, bisu, tuli, diplegia (paralisis bilateral) spastika, mata juling, kretin hipotiroidisme: defisiensi mental, kerdil, hipotiroidism, defek psikomotorik.
Neonatus	Kenaikan mortalitas perinatal, hipotiroidi neonatus, retardasi mental dan perkembangan fisik.
Anak dan dewasa	Kenaikan mortalitas bayi, retardasi mental dan perkembangan fisik.
Dewasa	Goiter dengan komplikasi “ <i>Iodine-Induced Hyperthyroidism</i> ”
Semua umur	Goiter, hipotiroidisme, fungsi mental terganggu. Suseptibilitas meningkat akibat radiasi nuklir.

Sumber: Hetzel BS, dari WHO 2001

Kretin endemik merupakan akibat defisiensi iodium berat pada masa *fetal*, dan merupakan indikator klinis penting bagi GAKI. Prevalensi GAKI di daerah defisiensi iodium derajat berat berkisar antara 1-15 %. Kretin endemik umumnya lahir pada daerah defisiensi iodium sangat berat dengan median EIU kurang dari 20 ug/l.<sup>43</sup>

## 2. Faktor Risiko Kejadian Goiter

Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya penyakit, secara teori pernah dikemukakan oleh **Gordon** dan **Le Richt** pada tahun 1950 yang menyebutkan bahwa timbul atau tidaknya penyakit manusia dipengaruhi oleh tiga faktor utama yakni:<sup>44</sup>

### a. Host (Pejamu)

Faktor pejamu ialah semua faktor yang terdapat pada diri manusia yang dapat mempengaruhi timbulnya serta perjalanan suatu penyakit.<sup>44</sup>

#### 1) Jenis Kelamin

Kasus goiter lebih sering terjadi pada perempuan dibandingkan laki-laki namun dengan bertambah beratnya endemik, perbedaan seks tersebut hampir tidak ada. Goiter dapat menyerang penderita pada segala umur namun umur yang semakin tua akan meningkatkan resiko penyakit lebih besar. Hal ini disebabkan karena daya tahan tubuh dan imunitas seseorang yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya usia.<sup>7</sup>

#### 2) Genetik

Pada tahun 1956, Roitt dkk untuk pertama kalinya menemukan antibodi terhadap tiroglobulin, yang bertindak sebagai autoantigen, dalam serum penderita penyakit Hashimoto. Pada tahun yang sama Adams dan Purves menemukan pula stimulator tiroid abnormal pada penderita penyakit Graves yang kerjanya mirip TSH, disebut sebagai *long-acting thyroid stimulator* (LATS). Baru sekitar 20 tahun kemudian diketahui bahwa LATS adalah suatu autoantibodi yang mampu merangsang reseptor TSH (*thyrotropin receptor antibodies* = TRAb) untuk menghasilkan hormon tiroid tiroksin dan triiodotironin. Pada tahun-tahun berikutnya ditemukan pula berbagai antibodi antitiroid lainnya (seperti anti TPO/antibodi mikrosomal).<sup>45</sup>

Penyakit Graves dan Hashimoto merupakan penyakit tiroid autoimun (*Autoimmune Thyroid Disease* = AITD; Penyakit Tiroid Autoimun = PTAI) yang paling sering ditemukan di klinik, tergolong

dalam penyakit autoimun bersifat *organ-specific*. Varian lain PTAI adalah tiroiditis atrofik, tiroiditis postpartum, tiroiditis karena obat (*drug-induced thyroiditis*) seperti amiodarone dan interferon, tiroiditis yang menyertai sindrom autoimun poliglandular. Sering pula ditemukan antibodi antitiroid (anti-TPO dan anti-Tg) dalam serum tanpa gejala klinik.<sup>45</sup>

Temuan-temuan tersebut memunculkan paradigma baru tentang penyakit autoimun; PTAI yang merupakan penyakit autoimun klasik sering dijadikan model untuk memahami patogenesis penyakit autoimun *organ-specific* lainnya. PTAI adalah penyakit yang kompleks, dengan faktor penyebab multifaktorial berupa interaksi antara gen yang suseptibel dengan faktor pemicu lingkungan, yang mengawali respons autoimun terhadap antigen tiroid.<sup>45</sup>

Walaupun etiologi pasti respons imun tersebut masih belum diketahui, berdasarkan data epidemiologik diketahui bahwa faktor genetik sangat berperan dalam patogenesis PTAI. Pada penyakit Graves diperkirakan peran faktor genetik sekitar 79%, sisanya 21% dari faktor lingkungan.<sup>45</sup>

### 3) Asupan Energi dan Protein

Gangguan akibat kekurangan iodium secara tidak langsung dapat disebabkan oleh asupan energi yang rendah, karena kebutuhan energi akan diambil dari asupan protein. Protein (albumin, globulin, prealbumin) merupakan alat transport hormon tiroid. Protein transport berfungsi mencegah hormon tiroid keluar dari sirkulasi dan sebagai cadangan hormon.



#### 4) Status Gizi

Pengaruh status gizi terhadap kejadian GAKI masih belum banyak diteliti, namun secara teoritis cadangan lemak merupakan tempat penyimpanan iodium. Jumlah simpanan iodium di dalam tubuh setiap individu akan berbeda sesuai dengan kondisi status gizinya.<sup>46</sup> Kadar iodium urine anak dengan status gizi baik lebih tinggi dibandingkan dengan anak dengan status gizi kurang setelah diberikan kapsul iodium selama 3 hari berturut-turut.<sup>47</sup> Status gizi kurang atau buruk akan berisiko pada biosintesis hormon tiroid karena kurangnya *TBP* (*Thyroxin binding Protein*), sehingga sintesis hormon tiroid akan berkurang.<sup>48</sup>

#### **b. Agent (Bibit penyakit)**

Agent adalah substansi atau elemen tertentu yang kehadirannya atau ketidak-hadirannya dapat menimbulkan atau mempengaruhi perjalanan suatu penyakit. Substansi dan elemen yang dimaksud banyak macamnya :<sup>44</sup>

##### 1) Iodium

Iodium adalah bahan baku pembuatan hormon Tiroksin (T4), sedangkan tempat pembuatannya adalah di dalam kelenjar tiroid. Produksi *Triiodotironine* (T3) tergantung dari hormon tiroksin (T4). Pada kondisi defisiensi iodium, *Hypothalamus* akan merangsang produksi *TSH* (*Thyroid Stimulating Hormon*) untuk menstimulasi kelenjar tiroid memproduksi hormon T1, T2, T3, T4. Tiroid beradaptasi pada saat defisiensi iodium tergantung fleksibilitas kelenjar tiroid pada setiap tahap metabolisme iodium dan pada kemampuan untuk meningkatkan efisiensi

melalui stimulasi *TSH*. Besar variasi respon antar individu diukur dengan prevalensi gondok dan konsekuensi-konsekuensi lainnya.<sup>49</sup>

*Iodide* adalah elektron tunggal negatif sebagai komponen hormon tiroid pada mamalia. Hormon-hormon ini dibutuhkan selama pertumbuhan embrio dan untuk mengatur metabolisme rate dan memproduksi panas seumur hidup. Iodium terdapat dalam makanan dalam bentuk *iodide*, yang secara umum berikatan dengan asam amino. *Iodide* diserap usus dengan cepat dan diasimilasi oleh kelenjar Tiroid untuk digunakan dalam produksi hormon Tiroid.<sup>50</sup>

Jalur ekskresi iodium melalui urin. Iodium dalam urin adalah indikator akurat yang menggambarkan asupan iodium harian. Kadar iodium dalam urin lebih dari 50 µg/L adalah status iodium yang dianggap cukup, kadar iodium urin 25-50 µg/L ada indikasi berisiko kekurangan iodium dan kadar lebih rendah adalah indikasi risiko kekurangan iodium tingkat berat. Kekurangan iodium berhubungan erat dengan kandungan iodium dalam tanah pertanian di wilayah endemik.<sup>50</sup>

## 2) Goitrogen

Zat goitrogenik adalah senyawa yang dapat mengganggu struktur dan fungsi hormon tiroid secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung zat goitrogenik menghambat *uptake* iodida anorganik oleh kelenjar tiroid. Seperti tiosianat dan isotiosianat menghambat proses tersebut karena berkompetisi dengan iodium. Menghambat oksidasi iodida anorganik dan inkorporasi iodium yang sudah teroksidasi dengan asam amino tirosin untuk membentuk *moniodotyrosine* (MIT) dan *diiodotyrosine* (DIT) serta menghambat proses *coupling* yang dimediasi

oleh enzim *thyroid peroxidase* (TPO). Menghambat pelepasan hormon tiroid (T3 dan T4) ke dalam sirkulasi darah.<sup>51</sup>

Ada dua jenis zat goitrogenik yang berasal dari bahan pangan yaitu:

1. Tiosianat yang terdapat dalam sayuran kobis, kembang kol, sawi, selada air, rebung, ketela rambat, jewawut dan singkong.
2. Isotiosianat yang terdapat pada kobis.

Goitrogen juga terdapat dalam obat-obatan seperti *propylthiouracil*, *lithium*, *phenylbutazone*, *aminogluthetimide*, dan *expectorants* yang mengandung iodium secara berlebih.<sup>52</sup>

### 3) Selenium

Selenium termasuk salah satu zat gizi mikro esensial yang diperlukan tubuh dalam jumlah sangat kecil, namun mudah sekali menjadi racun dalam jumlah yang lebih besar. Selenium pertama kali ditemukan pada tahun 1930-an, melalui penemuan penyakit alkalis, suatu gejala keracunan kronis akibat makanan yang mengandung selenium terlalu tinggi. Lebih dari 20 tahun kemudian ditemukan adanya nekrosis hati akibat kekurangan selenium pada ternak. Fungsi selenium baru diidentifikasi pada tahun 1973. Secara garis besar, selenium berfungsi dalam *selenium-dependent enzymes* yang juga dikenal sebagai selenoprotein. Selenium didapat dari berbagai pangan, yang paling kaya selenium ialah jeroan ternak dan ikan laut, disusul dengan daging ternak. Kandungan selenium dalam sumber pangan nabati sangat bervariasi bergantung pada kandungan selenium dalam tanah.<sup>53</sup>

Dikenal banyak macam selenoprotein pada manusia dan binatang, di antaranya ialah: (i) *Gluthation peroxidase* (GPx) yang

terdiri dari GPx sel, GPx plasma, GPx fosfolipid dan GPx gastrointestinal, kesemuanya berfungsi sebagai enzim antioksidasi; (ii) *Thioredoxin reductase*, yang bergabung dengan *thioredoxin* meregenerasi beberapa sistem antioksidan; (iii) *Iodothyronine deiodinase* dalam 3 tipe: I, II dan III, kesemuanya berperan dalam metabolisme iodine dalam katalisasi *deiodinasi thyroxin*; (iv) *Selenoprotein P*, fungsinya belum jelas, diduga dalam proses antioksidasi dalam sel endotel; (v) *Selenoprotein W* yang diduga berperan dalam metabolisme otot; dan (vi) *Selenophosphate synthetase*, yang berperan dalam perubahan *selenocysteine* menjadi selenoprotein.<sup>53</sup>

Selenoprotein yang terpenting yang terlibat dalam interaksi metabolisme iodine ialah enzim *iodothyronine deiodinase*, terutama type-I (D1-I). Enzim ini merupakan katalisator utama dalam perubahan *thyroxin* (T4–thyroid prohormone) menjadi *triiodothyronine* (T3–hormon thyroid aktif seluler). Selenoprotein yang juga penting dalam interaksi dengan metabolisme iodine ialah *glutathione peroxidase* (GPx), sebagai antioksidan utama dalam tubuh manusia dan binatang. GPx mencegah oksidasi lipid dan lemak tubuh lain, oleh karenanya GPx melindungi semua membran sel yang terbuat dari lemak dari proses peroksidasi, yang pada gilirannya mencegah terjadinya gangguan fungsi membran sel untuk dilalui berbagai nutrisi. Termasuk melindungi membran sel kelenjar thyroid untuk dapat dilalui oleh transport iodine. Demikian pula melindungi terjadinya gangguan proses perubahan T4 menjadi T3 dalam semua sel dalam tubuh manusia. Sebagai konsekuensi, defisiensi

selenium menyebabkan berkurangnya pasokan T3 ke dalam sel-sel tubuh, suatu bentuk hipotiroidisme fungsional.<sup>53</sup>

#### 4) Pestisida dan senyawa-senyawa kimia lainnya

Senyawa-senyawa kimia yang tergolong EDCs, antara lain *Vinclozolin* (fungisida), DES (*Diethylstilbestrol*, hormon seks sintesis untuk wanita), pestisida seperti DDT (*Dichlorodipheniltrichlorethane*), DDE (*Dichlorodiphenildichlorethane*), BPA (*Bisphenol A*, plastic), PCBs (*Polychlorinated biphenyls*), *Dioxin*, *Phthalate*.<sup>15</sup> Sedangkan yang tergolong TDCs, antara lain *Amitrole*, beberapa *Diethylcarbamates* (seperti *maneb*, *zineb*, *mancozeb*) *Ioxynil*, *Metribuzin*, *Pyrethroids* dan *Trifluralin*.<sup>54</sup> *Amitrole*, *Mancozeb* dan *Trifluralin* termasuk dalam daftar pestisida berbahaya versi FSC (*Forest Stewardship Council*).<sup>55</sup>

*Mancozeb* (merek dagangnya seperti *Ditan*, *Bion-M1*, *Vondazeb*, *Sitazeb*), *Maneb* dan *Zineb* adalah pestisida yang banyak dipakai petani bawang merah di Kabupaten Brebes, adalah anggota *Etilena Bisdithiocarbamate* (EBDC) kelompok fungisida, yang mencakup bahan aktif terkait *maneb* dan *metiram*. Senyawa hasil degradasi dari EBDCs adalah *Ethylenethiourea* (ETU). Tiroid adalah organ target untuk *mancozeb* dan ETU. Toksisitas keduanya pada hormon tiroid ditandai dengan adanya perubahan dalam hormon tiroid, berat tiroid meningkat, dan lesi tiroid mikroskopis (terutama hiperplasia sel folikel tiroid), dan tumor tiroid.<sup>56,57</sup>

Aktivitas biokimia *Mancozeb* dan ETU terhadap hormon tiroid adalah menghambat atau menurunkan *uptake* iodium dan kerja enzim tiroid peroksidase.<sup>58</sup> Enzim tiroid peroksidase sangat penting untuk iodinasi dari *thyroglobuline* dan reaksi kopling berikutnya.

*Thyroglobuline* berfungsi sebagai substrat untuk kopling *monoiodotyrosine* (MIT) dan *diiodotyrosine* (DIT) oleh sistem tiroid peroksidase- $H_2O_2$ .<sup>32</sup>

Goldner *et al*, pernah melakukan penelitian hubungan antara paparan pestisida dan gangguan tiroid. Dari penelitian tersebut disimpulkan, bahwa terjadi peningkatan peluang kejadian hipotiroidisme dengan riwayat menggunakan insektisida organoklorin (odds rasio yang disesuaikan (OR adj) = 1.2 (95 % *confidence interval* (CI) : 1.0 , 1.6) dan fungisida (OR adj = 1,4 ( 95 % CI : 1.1 , 1.8 ). Secara khusus, juga menggunakan organoklorin klordan (ORadj = 1,3 (95 % CI : 0,99 , 1,7), yang fungisida *benomyl* (ORadj = 3.1 ( 95 % CI : 1.9 , 5.1), *maneb* / *mancozeb* (ORadj = 2.2 (95 % CI : 1.5 , 3.3), dan herbisida *paraquat* (ORadj = 1,8 (95 % CI : 1.1 , 2.8) secara bermakna dikaitkan dengan hipotiroidisme. Hanya pestisida *Maneb* / *Mancozeb* yang terkait juga dengan hipertiroidisme (ORadj = 2.3 (95 % CI : 1.2, 4.4).<sup>20</sup>

Insektisida yang banyak digunakan para petani bawang merah di Brebes adalah klorpirifos (golongan organofosfat). Dalam Pernelitiannya, De Angelis membuktikan bahwa induk mencit yang diberi pajanan klorpirifos dengan dosis rendah (tidak sampai menghambat kerja enzim kolinesterase) akan mengalami penurunan kadar  $T_4$  dan peningkatan besar sel kelenjar tiroid. Sementara, pada mencit turunannya (F1) yang diberi pajanan klorpirifos dosis rendah sub-kutan terjadi penurunan kadar  $T_4$  pada hari ke-150.<sup>59</sup>

Beberapa penelitian membuktikan adanya hubungan antara riwayat pajanan pestisida golongan organoklorin dengan gangguan

fungsi tiroid. Penelitian Nagayama, et al. Di Jepang membuktikan bahwa riwayat pajanan PCB dan pestisida golongan organoklorin pada ibu hamil merupakan faktor risiko terjadinya hipotoroidisme kongenital dan atau kretinisme dengan Odds Ratio (OR) berturut-turut adalah 10 ( $p=0,003$ ) dan 10 ( $p=0,003$ ).<sup>60</sup> Penelitian Zaidi, et al. di India menunjukkan adanya penurunan yang bermakna kadar  $T_3$  pada pekerja pencampur pestisida.<sup>61</sup>

Penelitian Guven, et al. menunjukkan adanya pengaruh dari pestisida golongan organofosfat terhadap fungsi tiroid, berupa supresi terhadap TSH, tiroksin dan triiodotironin.<sup>62</sup> Secara patofisiologi, penekanan tersebut terjadi melalui hambatan pengikatan tiroksin oleh hepatosit dan hambatan perubahan dari tiroksin menjadi triiodotironin. Faktor dalam sirkulasi, seperti sitokin, kemungkinan juga berpengaruh terhadap kadar hormon tiroid.<sup>63</sup>

**Tabel 2.6.** Contoh EDCs yang mempengaruhi Sistem HT mamalia <sup>(64)</sup>

Jenis EDC	Contoh
1. Farmasi	Hormon tiroid ( $T_3$ dan $T_4$ ), obat anti-tiroid (MMI, PTU), amiodarone, DES, fenamate, fenobarbital, phenytoin.
2. Pestisida	Karbamat, DDT, endosulfan, fipronil, dll
3. Industri bahan kimia dan produk sampling	Benzofenon 2, dioxin, methylcholanthrene, PBDE, PCB, perklorat, tiosianat.
4. Polifenol	Katekin, isoflavon.
5. Produk yang terkait dg plastic	Bisphenol A, phthalates.
6. Logam berat	Kadmium, timbal, metil-merkuri.

Jenis senyawa-senyawa kimia tersebut mungkin berperilaku sebagai *Endocrine Disrupting Chemicals* (EDCs) untuk sistem HT. Tentang senyawa kimia yang digunakan untuk tujuan terapeutik, di

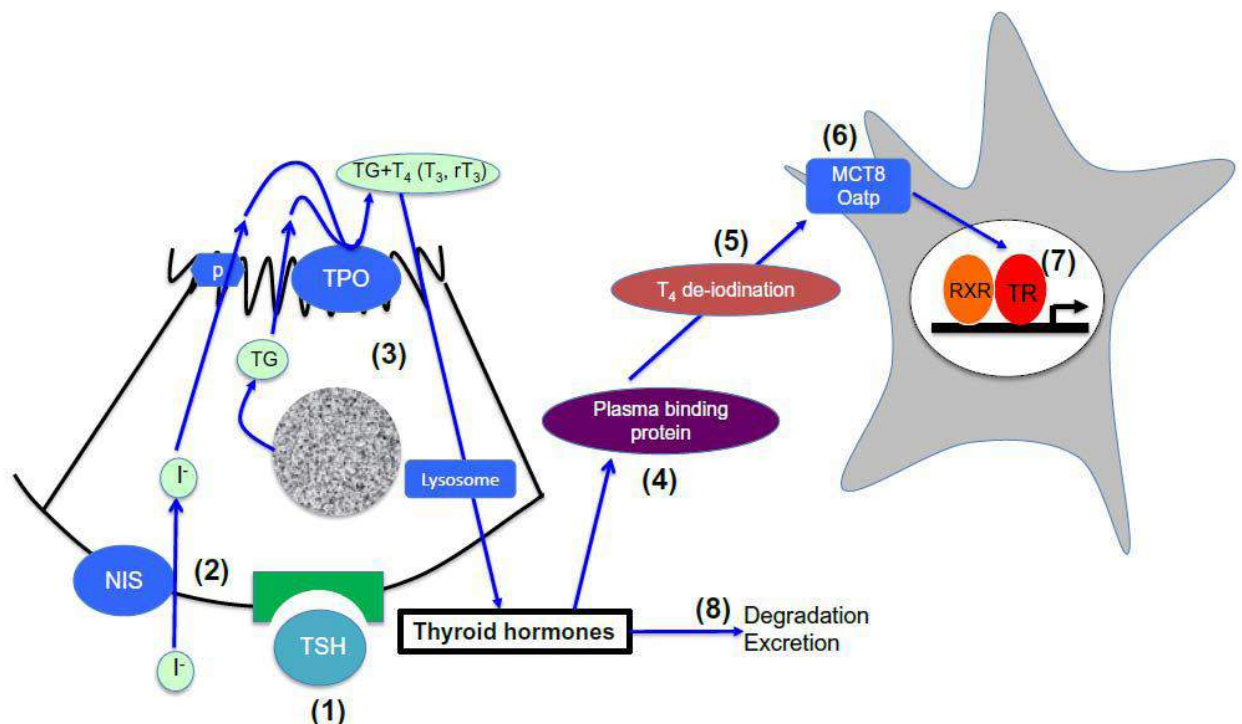
samping HT dan obat anti-tiroid seperti *Methimazole* (MMI) dan *Propylthiouracil* (PTU), beberapa obat yang digunakan untuk penyakit non-thyroidal mungkin mengganggu sistem HT. Bahan kimia tersebut termasuk *Diethylstilbestrol*, *Amiodarone* (anti-arhythmic), Estrogen sintetis, Fenamate (obat anti-inflamasi), Fenobarbital (antikonvulsan), dan Fenitoin (anti-epilepsi).<sup>64</sup>

Beberapa pestisida termasuk Karbamat, *Dichlorodiphenyl-trikloroetana* (DDT), Endosulfan, dan Fipronil juga mempengaruhi sistem HT. Selanjutnya, senyawa kimia industri banyak dan turunannya juga diketahui mengganggu sistem HT. Senyawa kimia tersebut meliputi Benzofenon, Dioxin, Methylcholanthrene, PBDE, PCB dan bentuk dihidroksilasi nya (OH-PCB), Perklorat, dan Tiosianat. Selain bahan kimia sintetis, zat alami seperti Polifenol (katekin dan isoflavon) yang ditemukan dalam tanaman juga mempengaruhi sistem HT. Tidak hanya bahan kimia organik, tetapi logam berat juga seperti Kadmium, Timbel dan Metil-merkuri juga dapat mengganggu sistem HT. Karena struktur kimia bahan kimia tersebut sangat bervariasi, maka mekanisme aksinya juga bervariasi.<sup>64</sup>

Pada dasarnya, bahan kimia lingkungan dapat memodifikasi semua jalur/sumbu *hypothalamo-pituitary-thyroid*. Misalnya, jalur *thyrotropin-releasing hormone* (TRH) dapat diganggu oleh fenitoin. Sintesis dan sekresi *Thyrotropin* (TSH) dapat ditekan oleh endosulfan, yang bersifat oksidatif. DDT mengganggu aksi TSH pada tiroid atau mencegah pengaturan dan sekresi dari TSH. Perklorat dan tiosianat adalah inhibitor kuat terkenal dari *Na / I - Symporter* (NIS) pada



basolateral membran sel epitel tiroid. Disfungsi tiroid yang diinduksi oleh Amiodarone juga telah diakui para peneliti. Sebuah Penelitian terbaru telah menunjukkan bahwa benzofenon 2, bahan kimia yang digunakan sebagai penyaring ultraviolet, menghambat sintesis HT dikatalisis oleh tiroid peroksidase (TPO). Selain itu, polifenol dosis tinggi seperti katekin dan isoflavon juga menghambat aktivitas TPO.<sup>64</sup>



**Gambar 2.12.** Hormon Tiroid: sintesis, sekresi, aksi dan jalur degradasi. Bahan kimia yang mungkin mempengaruhi setiap langkah ditunjukkan sebagai ( 1 ) - ( 8 ). Singkatan : NIS , Na / I - symporter ; p , pendrin ; TPO , tiroid peroksidase , TG , thyroglobulin ; MCT8 , Mono Carboxylate Transporter 8 ; Oatp , Organic Anion Transporter ; RXR , retinoid X reseptor ; TR , reseptor hormon tiroid.<sup>64</sup>

Setelah sekresi, HT mengikat protein plasma seperti *Thyroxine Binding Globulin* (TBG), *Transthyretin* (TTR), atau Albumin. Bahan kimia OH-PCB dapat menghambat ikatan HT-TTR.<sup>64</sup> Paparan OH-PCB pada binatang percobaan akan menurunkan kadar HT terutama T<sub>4</sub>,

sehingga secara relatif menyebabkan hipotiroidisme.<sup>15,64</sup> Beberapa peneliti menyatakan bahwa OH-PCB juga berefek neurotoksik.<sup>15</sup>

**Tabel 2.7.** Daftar bahan kimia yang dapat mempengaruhi sistem HT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12.<sup>65,66</sup>

Mekanisme	Senyawa Kimia
1. Mempengaruhi sekresi dan kerja TSH	DDT, Endosulfan, Fenitoin
2. Menghambat transport iodium	Amiodaron, Perklorat, Tiosianat
3. Menghambat sintesis dan sekresi hormone tiroid	Benzopenon 2, Catechin, Isoflavon, (MMI, PTU)
4. Menghambat ikatan HT-protein di serum	OH-PCB
5. Mempengaruhi deiodinasi iodotironin	Kadmium, Metil merkuri, Catechin Isoflavon, PBDE, PCB, OH-PCB, Phtalat
6. Menghambat transport HT melintasi membrane sel	Fenamate
7. Mempengaruhi transkripsi TR	Bisfenol A, Isoflavon, PBDE, PCB, OH-PCB, Phtalat
8. Mempengaruhi ekskresi HT	Karbamat, Dioxin, Fipronil, Metilklorantren, PCB, Fenobarbital

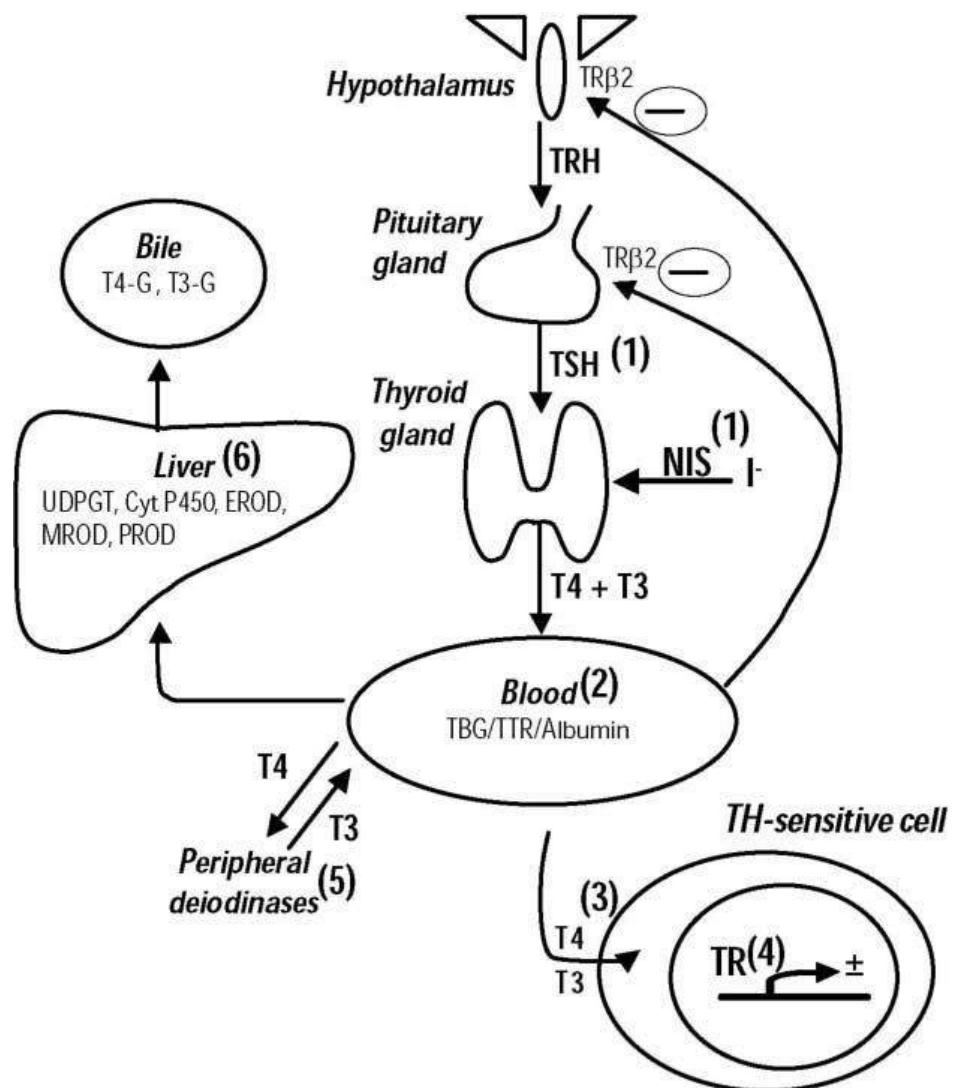
Hormon  $T_3$  terutama diproduksi secara lokal dari  $T_4$  melalui 1 dan 2 *iodothyronine deiodinases* ( $D_1$  dan  $D_2$ ). Kemudian  $T_3$  lebih lanjut diiodinasi oleh tipe 3 *deiodinase* ( $D_3$ ). Ketiga *deiodinase* ini memainkan peran penting untuk efek fisiologis HT. Kegiatan *deiodinase* tersebut dapat dimodifikasi oleh logam berat, seperti kadmium, timbal dan metil-merkuri. Namun, studi lebih lanjut diperlukan untuk memperjelas toksisitas dari logam berat. Polifenol juga dapat mempengaruhi kegiatan *deiodinase*. *Genistein* menekan kedua aktivitas  $D_1$  dan  $D_2$  secara in vitro, Sedangkan *Catechin* dalam dosis besar menekan aktivitas  $D_1$  di tiroid tikus. PCB / PBDEs juga mempengaruhi kegiatan *deiodinase*.<sup>64</sup>

Dalam organ target HT, HT melintasi membran plasma melalui transporter spesifik seperti MCT<sub>8</sub>, MCT<sub>10</sub> (*Mono Carboxylate Transporter*) dan Oatp<sub>1c1</sub> (*Organic Anion transporter*). Sebuah studi baru-baru ini telah menunjukkan bahwa obat antiinflamasi, Fenamate bersifat kompetitif menghambat mediasi transportasi Oatp<sub>1c1</sub>-T<sub>4</sub>. Sejak penelitian tentang transporter HT baru-baru ini banyak dilakukan, kemungkinan akan lebih banyak lagi bahan kimia yang mengganggu transportasi HT melalui MCT atau Oatp akan teridentifikasi. Setelah masuk sel, HT akan berikatan dengan TR (Reseptor Tiroid). Isoflavon dosis tinggi menghambat ekspresi TR $\alpha$  di hati tikus dan Protein ekstrak kedelai menghambat ekspresi TR $\beta$ , meskipun respons terhadap spesies lain efek penghambatan ini belum teridentifikasi.<sup>64</sup>

Mediasi transkripsi TR dapat dimodifikasi oleh beberapa bahan kimia. *Bisphenol A* menekan transkripsi TR pada pompa protein. *Phthalates* seperti *Phthalate dibutil*, *mono-n-butil phthalate*, dan *de-2-ethylhexyl phthalate* menekan transkripsi TR walaupun mekanismenya belum diketahui. PCB, OH-PCB dan PBDE juga menekan aktivasi transkripsi TR.<sup>64</sup>

HT dieliminasi dari plasma setelah melalui proses kimia seperti glucuronidasi dan sulfasi. Konjugasi dengan asam glukuronat adalah salah satu jalur metabolik utama metabolisme HT. Banyak bahan kimia menginduksi kegiatan UDP-glucoronyltransferase yang berfungsi untuk meningkatkan clearance HT. Bahan kimia tersebut antara lain karbamat, *dioxin*, fipronil, *methylcholanthrene*, PCB, dan fenobarbital.<sup>64</sup>

Boas, et al. mengelompokkan pengaruh (mekanisme kerja) dari polutan di lingkungan terhadap fungsi tiroid menjadi enam, yakni 1) pengaruh terhadap sintesis hormon tiroid; 2) pengaruh terhadap transport protein; 3) pengaruh terhadap ambilan (*uptake*) di tingkat sel; 4) pengaruh terhadap reseptor hormon tiroid; 5) pengaruh terhadap ekspresi gen; dan 6) pengaruh terhadap metabolisme sirkulasi hormon tiroid.<sup>65</sup>



**Gambar 2.13.** Mekanisme kerja bahan toksik di lingkungan pada sumbu Hipotalamus-Pituitari-Tiroid.<sup>65</sup>

## 5) Senyawa kimia yang terdapat dalam plastik

Sebagian besar bahan baku plastik berasal dari gas alam dan minyak bumi. Melalui proses polimerisasi, gas dan minyak bumi diubah menjadi plastik. Agar plastik memiliki sifat yang optimal, maka ditambahkan beberapa zat aditif, seperti *plasticizer*, penstabil/*stabilizer*, pewarna, pelumas, pengawet, antioksidan, bahan antistatik dan lain sebagainya. Selain memberikan sifat yang diinginkan, zat aditif tersebut juga dapat menimbulkan efek negatif bagi manusia dan lingkungan. Bahan kimia yang dapat bermigrasi dari kemasan plastik ke dalam pangan dan berpotensi menimbulkan efek terhadap kesehatan antara lain adalah:

- a. *Polycarbonate* yang mengandung *Bisphenol A*. Studi mengenai *Bisphenol A* menunjukkan bahwa paparan bahan ini dalam kadar rendah dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kanker, gangguan fungsi imunitas, pubertas yang muncul dini, obesitas, diabetes, dan hiperaktivitas.<sup>66</sup> Bisfenol-A atau BPA atau *4,4'-Dihydroxy-2,2-diphenylpropane* adalah suatu senyawa organik dengan rumus molekul  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{C}_6\text{H}_4\text{OH})_2$  atau  $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2$ . Bisfenol-A berupa kristal putih, yang berbau khas yang mirip fenol, beracun, dan stabil. Bisfenol-A memiliki beberapa kegunaan diantaranya adalah bahan baku plastik polikarbonat, epoksi resin, inhibitor dalam polimerisasi PVC, bahan isian, bahan pelapis kabel tahan suhu tinggi dan lain-lain.<sup>67</sup> Kadar rendah BPA juga telah ditemukan menyebabkan efek biologis, danodus kerjanya meniru hormon

wanita, estrogen. Oleh karena itu BPA termasuk dalam kelompok bahan kimia pengganggu hormon atau endokrin (EDCs).<sup>68</sup>

Bisfenol A senyawa yang banyak terdapat dalam plastik tersebut dapat menekan fungsi tiroid melalui gangguan pada proses transkripsi reseptor tiroid (TR) sehingga mekanisme ikatan tiroid dengan reseptor tersebut terganggu. BPA yang diberikan kepada tikus hamil berhubungan dengan peningkatan TT<sub>4</sub> (Total T<sub>4</sub>) yang signifikan pada hari ke- 15 postnatal anak tikus tersebut.<sup>65</sup>

- b. *Phthalates*, merupakan bahan yang memberikan sifat lembut dan fleksibel pada polimer PVC. Efek terhadap kesehatannya dalam jangka waktu yang lama antara lain adalah *endocrine disruption*, terkait dengan asma, efek terhadap perkembangan dan reproduktif. Limbah medis yang mengandung PVC dan *phthalates* yang dibakar dapat melepaskan dioksin dan merkuri sehingga dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat sekitarnya dalam jangka waktu yang lama, termasuk kanker, cacat lahir, perubahan hormon, penurunan jumlah sperma, infertilitas, endometriosis dan gangguan sistem imun.<sup>66</sup>
- c. *Polyvinyl chloride* (PVC), Efek terhadap kesehatan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kanker, cacat lahir, perubahan genetik, bronkitis kronik, *ulcer*, penyakit kulit, tuli, gangguan penglihatan, gangguan pencernaan, disfungsi hati.<sup>66</sup>
- d. *Polystyrene*, secara akut dapat mengiritasi mata, hidung, tenggorokan, menyebabkan pusing dan ketidaksadaran. Jika bermigrasi ke dalam pangan, bahan ini akan terakumulasi dalam

jaringan lemak. Studi menunjukkan adanya peningkatan kanker limfatik dan hematopoietik bagi pekerja yang terpapar bahan ini.<sup>66</sup>

- e. *Polyethylene*, Bahan ini dicurigai sebagai karsinogen pada manusia.
- f. *Polyester*, secara akut dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan serta ruam kulit akut.<sup>66</sup>
- g. *Urea-formaldehyde*, melamin palsu biasanya terbuat dari urea yang mengandung formalin dengan kadar tinggi. Urea merupakan bahan yang tidak tahan panas dan dapat melepaskan formalin yang menjadi kontaminan pangan saat terkena panas. Formalin dicurigai sebagai karsinogen. Studi mengenai formalin menunjukkan bahwa bahan ini dapat menyebabkan cacat lahir dan perubahan genetik. Menghirup formalin dapat menyebabkan batuk, pembengkakan tenggorokan, mata berair, gangguan pernafasan, sakit kepala, ruam dan rasa lelah.<sup>66</sup>
- h. *Polyurethane foam*, dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan bronkitis, batuk, gangguan kulit dan mata. Bahan ini dapat melepaskan toluen diisosianat yang menyebabkan gangguan paru berat.<sup>66</sup>
- i. *Acrylic*, secara akut dapat menyebabkan gangguan pernafasan, diare, mual, lemah, sakit kepala.<sup>66</sup>
- j. *Tetrafluoroethylene*, senyawa ini secara akut dapat mengiritasi mata, hidung, dan tenggorokan, serta dapat menyebabkan gangguan pernafasan.<sup>66</sup>

## 6) Radiasi

Penggunaan terapi radiasi juga merupakan faktor penyebab struma yang merupakan salah satu agen kimia karsinoma tiroid. Banyak terjadi

pada kasus anak-anak yang sebelumnya mendapatkan radiasi pada leher dan terapi iodium radioaktif pada tirotoksikosis berat serta operasi di tempat lain di mana sebelumnya tidak diketahui. Kejadian hipertiroidisme yang diakibatkan efek radiasi yaitu setelah 5-25 tahun kemudian.<sup>52</sup>

**c. *Environment (Lingkungan)***

Lingkungan ialah agregat dari seluruh kondisi dan pengaruh-pengaruh luar yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan suatu organisme.<sup>44</sup> Struma endemik sering terdapat di daerah-daerah yang air minumnya kurang sekali mengandung iodium. Daerah-daerah dimana banyak terdapat struma endemik adalah di Eropa, pegunungan Alpen, pegunungan Andes, Himalaya di mana iodisasi profilaksis tidak menjangkau masyarakat. Di Indonesia banyak terdapat di daerah Minangkabau, Dairi, Jawa, Bali dan Sulawesi.<sup>69</sup>

Berdasarkan penelitian Mafauzy yang dilakukan di Kelantan Malaysia pada tahun 1993 dari 31 daerah yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu wilayah pesisir, pedalaman serta diantara pantai dan pedalaman. Sebanyak 2.450 orang dengan usia >15 tahun ditemukan prevalensi GAKI 23% di wilayah pesisir dengan kelompok usia terbanyak pada usia 36-45 tahun (33,9%), 35,9 % di wilayah pedalaman, terbanyak pada usia 15-25 tahun (39,6%) dan 44,9% diantara wilayah pedalaman dan pesisir pantai terbanyak pada usia 26-35 tahun (54,3%).<sup>70</sup>

Hasil pemeriksaan TGR siswa-siswa SD di Kabupaten Brebes tahun 2010 (Lampiran 1) membuktikan bahwa kejadian goiter pada siswa-siswa SD lebih banyak di wilayah pantura. Dalam pemeriksaan tersebut, dari 293 siswa dari 10 Kecamatan yang diperiksa kadar iodium urinnya (EIU), hanya



2 siswa yang kadar EIU tergolong rendah yaitu 74 µg/L dan 77 µg/L atau hanya 0,7 %. Adapun kadar EIU siswa-siswa lainnya berada dalam batas normal, dengan rentang nilai median EIU sebesar: 120 – 303 µg/L.<sup>9</sup>

Kabupaten Brebes merupakan salah satu daerah di Jawa Tengah yang tingkat penggunaan pestisidanya sangat tinggi. Hal ini terjadi karena komoditas pertanian utama Kabupaten Brebes adalah tanaman yang sangat rentan terhadap hama seperti bawang merah dan cabe, sehingga memerlukan intensitas penyemprotan pestisida yang tinggi. Data menunjukkan bahwa terjadi peningkatan produksi bawang merah di Kabupaten Brebes yakni dari 2.531.835 kuintal pada tahun 2007 menjadi 3.366.447 kuintal pada tahun 2008. Sedangkan produksi cabe meningkat dari 2.761.920 kuintal pada tahun 2008 menjadi 4.179.130 kuintal di tahun 2009.<sup>13</sup> Hal ini memberikan indikasi adanya peningkatan penggunaan pestisida di Kabupaten Brebes.

Mengingat banyaknya intensitas penggunaan pestisida, maka faktor penyebab lain yang sangat mungkin menyebabkan kejadian gondok siswa SD tersebut adalah bahan kimia di lingkungan (*xenobiotics*). Penelitian yang telah dilakukan oleh Asep Kurnia tahun 2011 membuktikan bahwa di Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes, residu pestisida *Linden* dan *Aldrin* pada air berada diatas ambang batas yaitu mencapai 0,0085 ppm dan 0,1048 ppm.<sup>71</sup>

Dari penelitian Arief Novianto tahun 2004 pada tanah aluvial di Kabupaten Brebes, diperoleh bahwa semua tanah pada lokasi penelitian yang dianalisis mengandung residu klorpirifos yang tinggi yaitu berkisar antara 0,39-0,72 mg/Kg. Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan hubungan antara total klorpirifos (Dursban) yang digunakan terhadap luas

lahan yang dipakai dan kadar residu klorpirifos di dalam tanah memberikan pengaruh yang nyata ( $r^2 = 0,76$  dan  $r^2 = 0,70$ ). Hal ini menggambarkan bahwa semakin luas lahan yang digunakan maka akan menyebabkan klorpirifos yang dipakai akan semakin tinggi dan semakin banyak klorpirifos yang dipakai akan menyebabkan residu klorpirifos dalam tanah menjadi tinggi pula.<sup>72</sup>

Hasil analisis Miskiyah pada penelitian pada bawang merah yang diperoleh dari Brebes Jawa Tengah menunjukkan adanya residu *Aldrin* (1 sampel dengan kadar 0,002 ppm), *Heptaklor EP* (1 sampel dengan kadar 0,0062 ppm), *Endosulfan* (3 sampel dengan kadar 0,002, 0,0029, dan 0,0077 ppm), *Klorpirifos* (2 sampel dengan kadar 0,0011 dan 0,0052 ppm), dan *Profenofos* (1 sampel dengan kadar 0,0063 ppm).<sup>73</sup>

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat telah melakukan penelitian di daerah sentra tanaman sayuran di Kabupaten Tegal dan Brebes, kandungan Pb dan Cd-total dalam tanah masing-masing berkisar antara 12,33-19,74 ppm dan 0,13-0,46 ppm; kadar Pb-tersedia (ekstrak Morgan dan Olsen DTPA) 0,02-0,30 ppm di Tegal dan 1,03-4,27 ppm di Brebes, dan kadar Cd-tersedia (ekstrak Morgan dan Olsen-DTPA) 0,01-0,07 ppm dan 0,05-0,28 ppm.<sup>74</sup> Kandungan Pb dan Cd pada tanah sentra pertanian Kabupaten Brebes jauh lebih tinggi daripada Kabupaten Tegal.

Menurut kriteria umum, nilai ambang batas logam baberat Pb dan Cd dalam tanah pertanian masing-masing adalah 150 ppm dan 2 ppm. Berdasarkan kriteria tersebut, kadar Pb dan Cd di lahan sawah masih di bawah ambang batas cemaran. Namun, angka penilaian tersebut perlu diwaspadai karena bukan untuk tanaman bawang merah, sehingga masih

perlu kajian lebih lanjut untuk menentukan kriteria yang tepat untuk tanaman bawang merah.<sup>74</sup>

Kandungan Pb dan Cd dalam tanaman bawang merah masing-masing berkisar 0,41-5,71 ppm dan 0,05-0,34 ppm. Menurut kriteria Ditjen POM Depkes, nilai ambang batas logam berat Pb adalah 0,24 ppm, dan menurut Codex Alimentarius Commission (CAA), nilai ambang batas logam Cd dalam kelompok sayuran adalah 0,05 ppm. Dengan mengacu pada kriteria Dit-jen POM Depkes dan CAA tersebut maka sebagian besar tanaman bawang merah sudah mengandung Pb di atas ambang batas, sedangkan untuk kandungan Cd, semua tanaman bawang merah sudah di atas ambang batas.<sup>74</sup>

Dampak Pb terhadap goiter adalah bahwa Pb akan menghambat pengikatan iodium oleh NIS, sehingga iodium tidak dapat masuk ke dalam kelenjar tiroid dan sintesis hormon tiroid akan terganggu.<sup>60</sup> Paparan Cd selama perinatal terbukti mengubah perilaku dan mengurangi kemampuan belajar anak yang dilahirkannya. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa Cd dapat menurunkan kadar hormon tiroid melalui hambatan deiodinasi iodoironin.<sup>59</sup> Hormon tiroid penting untuk perkembangan otak selama periode perinatal. Gen-gen tertentu pada otak seperti neurogranin (RC3) yang berperan dalam proses memori belajar dan protein mielin dasar (BMP), diketahui diatur oleh hormon tiroid. Logam Cd juga disinyalir memiliki peran seperti estrogen (*estrogen like compound*).<sup>75</sup>

Dari hasil analisis residu pestisida pada tanaman bawang merah di daerah Tegal dan Brebes, ter-dapat 17 jenis formulasi pestisida. Dari jumlah tersebut, terdapat lima jenis pestisida yang peruntukannya bukan untuk

bawang merah, yaitu klorpirifos, metidation, endosulfan, profenofos, dan fenitrothion. Selain itu ditemukan pestisida organoklorin yang telah dilarang penggunaannya di Indonesia, seperti lindan, aldrin, dan dieldrin, dengan konsentrasi yang bervariasi.<sup>74</sup>

### 3. Parameter pengukuran status Goiter

#### a. TGR (Total Goiter Rate)

Goiter atau gondok dapat diukur dengan cara palpasi. Pengukuran masa tiroid dengan palpasi adalah metode standar untuk menilai prevalensi GAKI. Ukuran tiroid lebih tepat pada penilain dasar berat ringannya GAKI dan juga berperan dalam penilaian dampak jangka panjang dari pemantaun program.<sup>6</sup>

Keuntungan metode palpasi adalah tidak membutuhkan biaya mahal dan relatif mudah dilakukan oleh orang yang sudah di latih dan tidak bersifat invasif. Klasifikasi *grade* palpasi gondok ada pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Klasifikasi Gondok<sup>6</sup>

<i>Grade 0</i>	Tidak teraba dan tidak terlihat
<i>Grade 1</i>	Tidak terlihat pada posisi leher normal tapi teraba
<i>Grade 2</i>	Terlihat apabila menelan dan ketika posisi leher normal

Sumber : WHO, 2001

Cara Perhitungan/Rumus TGR :

$$\frac{\text{Jumlah anak usia SD yang diperiksa dan mengalami pembesaran kelenjar gondok}}{\text{jumlah anak usia SD yang diperiksa}} \times 100\%$$

Adapun kriteria epidemiologi hasil pengukuran prevalensi Gondok dengan metode palpasi pada anak sekolah dasar masuk kategori ringan

apabila prevalensi gondok (TGR) 5,0 % – 19,9 %, apabila prevalensi gondok (TGR) 20,0 % - 29,9 % masuk kategori sedang dan apabila prevalensi gondok (TGR)  $\geq 30,0$  % masuk kategori berat.<sup>6</sup>

b. Iodium urin

Sebagian besar iodium yang diserap tubuh dapat dilihat di urine karena ekskresi iodium urin menggambarkan asupan iodium harian. Secara individu ekskresi iodium dapat berubah tergantung konsumsi makanan setiap hari. Studi menunjukkan secara meyakinkan profil konsentrasi iodium pagi hari atau sewaktu pada anak atau orang dewasa merupakan penilaian adekuat nutrisi iodium pada populasi. Sampel urine selama 24 jam sulit di peroleh dan tidak perlu.<sup>6</sup>

**Tabel 2.9.** Kriteria kadar Ekskresi Iodium Urin (EIU) pada anak SD<sup>6</sup>

EIU (ug/L)	Intake Iodium	Dampak
<20	Tidak cukup	Defisiensi iodium berat
20-49	Tidak cukup	Defisiensi iodium sedang
50-99	Tidak cukup	Defisiensi iodium ringan
100-199	Adekuat	Optimal
200-299	Lebih dari cukup	Berisiko hipertiroid
$\geq 300$	Kelebihan	Berisiko merugikan kesehatan (Hipertiroid, Autoimun Tiroid Disease)

Sumber : WHO, 2001

Tingkat kepercayaan indikator ini sangat tinggi, dan specimen urine mudah diperoleh. Metode pemeriksaan iodium urin tidak sulit untuk dipelajari atau digunakan tapi membutuhkan ketelitian untuk menghindari kontaminasi iodium pada semua tahap pemeriksaan, khususnya di wilayah laboratorium, peralatan laboratorium terutama gelas dan reagen dikhususkan untuk pemeriksaan ini. Secara umum jumlah urin 0,5-1 ml sudah cukup sebagai bahan pemeriksaan meskipun ini tergantung dari metode yang

digunakan. Sampel dapat di simpan di laboratorium satu bulan atau lebih tanpa perlu refrigator, suhu dingin lebih diutamakan untuk menghindari bau urin.<sup>6</sup>

c. Ultrasonografi

Metode ini aman tidak bersifat invasif. Hasil pemeriksaan sangat signifikan dibandingkan TGR dalam memonitor program kontrol iodium dimana volume *Thyroid* diharapkan mengecil. Di masa mendatang *Ultrasonografi* dipertimbangkan untuk digunakan secara luas untuk menilai GAKI (IDD) Berat alat antara 12-15 kg dengan panjang gelombang 7,5 MHz. Membutuhkan listrik dan operator terlatih.<sup>6</sup>

d. *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH)

TSH merangsang semua fase metabolisme iodida, dari peningkatan ambilan dan transpor iodida hingga peningkatan iodinasi tiroglobulin dan peningkatan sekresi hormon tiroid.<sup>76</sup> Kelenjar Pituitary mengeluarkan TSH sebagai respon konsentrasi dari kadar  $T_4$  di sirkulasi darah. TSH meningkat ketika  $T_4$  rendah, menurun bila  $T_4$  meningkat. Defisiensi iodium ditandai dengan rendahnya kadar  $T_4$  dalam darah dan meningkatnya TSH. Jadi penderita defisiensi iodium pada populasi umumnya mempunyai serum TSH lebih tinggi Meskipun pemeriksaan nilai TSH cukup akurat pada orang dewasa namun tidak dianjurkan untuk digunakan secara rutin sebagai data survey.<sup>6</sup>

TSH pada bayi adalah indikator yang baik untuk kondisi defisiensi iodium. Prevalensi bayi dengan serum TSH meningkat merupakan indikator akut defisiensi iodium pada populasi, juga sebagai bukti bahwa defisiensi iodium berefek langsung pada pertumbuhan otak.<sup>6</sup>

## D. Kerangka Teori

Berdasarkan uraian dalam Tinjauan Pustaka, maka Kerangka Teori dalam penelitian ini disusun sebagai berikut :

1. Gangguan pada kelenjar tiroid (kejadian goiter) dapat dipengaruhi oleh paparan pestisida melalui : hambatan terhadap proses pengikatan hormon tiroid (HT) oleh reseptor tiroid (TR) di dalam sel, hambatan terhadap proses deiodinasi di tingkat perifer dan hati. Ketiga hambatan tersebut akan berdampak pada kurangnya kadar hormon tiroid. Kejadian ini akan merangsang kelenjar hipofisis untuk memproduksi hormon *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) yang akan memacu kelenjar tiroid untuk memproduksi HT. Hal ini akan menyebabkan terjadinya hipertrofi kelenjar tiroid (goiter). Paparan pestisida terutama golongan Organofosfat juga dapat menghambat aksi *Cholinesterase* (ChE) dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Disamping itu, paparan pestisida juga akan mengganggu fungsi hati sehingga metabolisme hormon tiroid akan terganggu.
2. Bisfenol A (BPA) senyawa yang banyak terdapat dalam plastik dapat menekan fungsi tiroid melalui gangguan pada proses transkripsi reseptor tiroid (TR) sehingga mekanisme ikatan tiroid dengan reseptor tersebut terganggu. BPA yang diberikan kepada tikus hamil berhubungan dengan peningkatan fT4 yang signifikan pada hari ke-15 postnatal anak tikus tersebut.
3. Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh *intake* iodium. Iodium adalah bahan baku pembuatan hormon Tiroksin ( $T_4$ ), sedangkan tempat pembuatannya adalah di dalam kelenjar tiroid. Produksi *Triiodotironine* ( $T_3$ ) tergantung dari hormon tiroksin ( $T_4$ ). Pada kondisi defisiensi iodium,

*Hypothalamus* akan merangsang produksi *TSH (Thyroid Stimulating Hormon)* untuk menstimulasi kelenjar tiroid memproduksi hormon tiroid. Keadaan seperti ini dapat menyebabkan hipertrofi kelenjar tiroid.

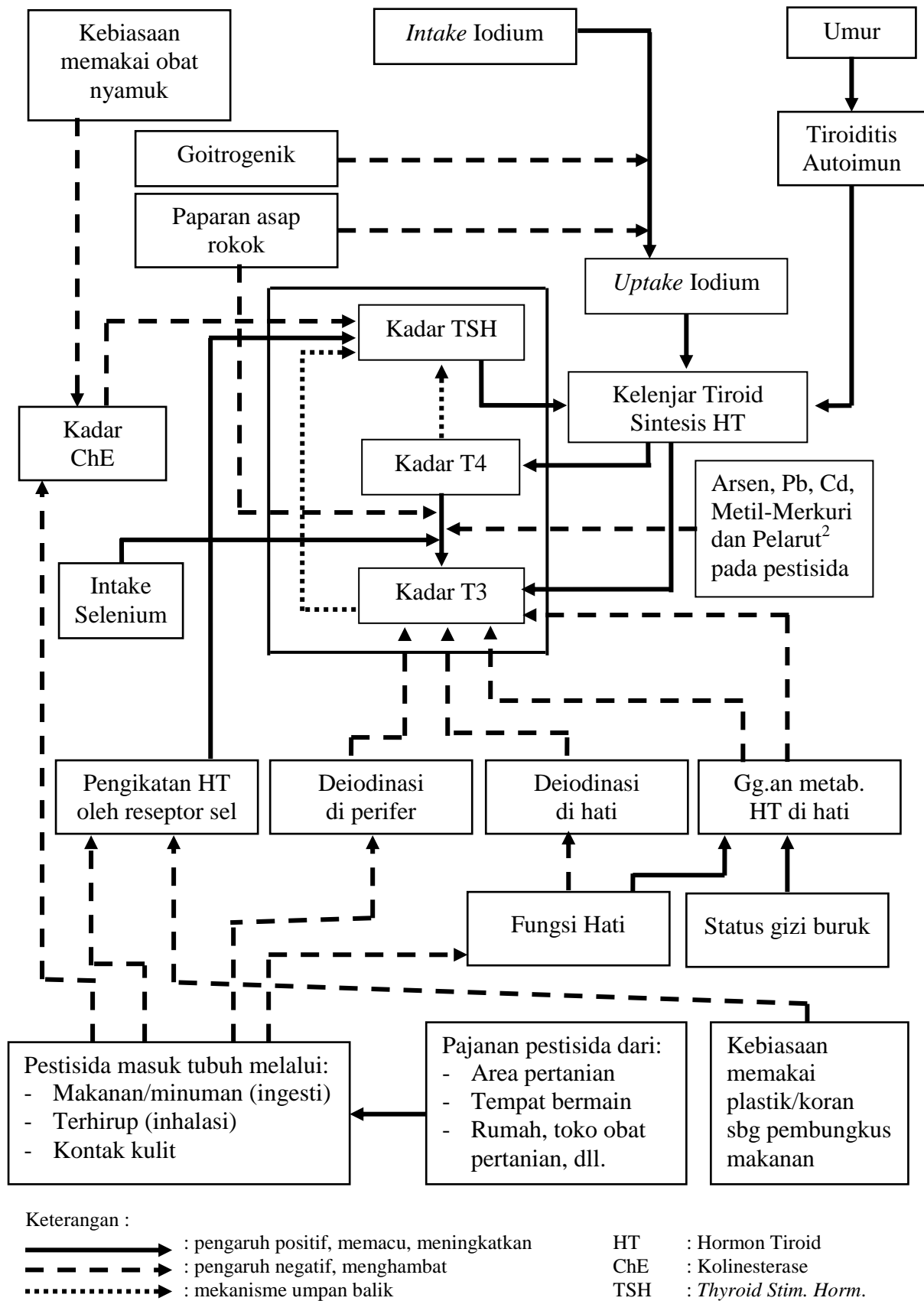
4. Proses deiodinasi hormon  $T_4$  menjadi  $T_3$  melalui katalisator enzim *iodothyronine deiodinase* tipe-I (D1-I) juga melibatkan selenoprotein yang berbahan baku selenium.
5. Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh *intake* zat-zat goitrogenik. Zat goitrogenik adalah senyawa yang dapat mengganggu struktur dan fungsi hormon tiroid secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung zat goitrogenik menghambat *uptake* iodida anorganik oleh kelenjar tiroid.
6. Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh status gizi yang buruk. Status gizi kurang atau buruk akan berisiko pada biosintesis hormon tiroid karena kurangnya *TBP (Thyroxin binding Protein)*, sehingga sintesis hormon tiroid akan berkurang. Secara teoritis cadangan lemak merupakan tempat penyimpanan iodium sehingga pada anak yang cadangan lemaknya sangat sedikit kadar iodiumnya pun rendah.
7. Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh asap rokok. Ada beberapa mekanisme dimana merokok mempengaruhi kadar hormon tiroid. Asap tembakau mengandung beberapa racun seperti *tiosianat* dan *2,3 - hydroxypyridine*. Tiosianat telah terbukti menjadi potensi goitrogen. Tiosianat, yang memiliki paruh waktu lebih dari 6 hari, menghambat transportasi iodida dan organifikasi serta meningkatkan penghabisan iodida dari kelenjar. Defisiensi iodium akibat tiosianat ini dapat menyebabkan goiter. Pada sisi lain, *2,3 - Hydroxypyridine*, menghambat deiodinasi tiroksin dengan membatasi aktivitas deiodinasi *iodothyronine*. Efek ini



mungkin sedikit tapi dapat meningkatkan level serum tiroksin. Bayi yang orang tuanya merokok memiliki konsentrasi serum *thyroglobuline* dan tiosianat lebih tinggi saat lahir dan pada usia 1 tahun dari bayi yang orang tuanya tidak merokok. Secara signifikan, dalam penelitian yang sama, konsentrasi serum *thyroglobuline* meningkat pada bayi yang ayahnya merokok sekalipun ibunya tidak merokok. Ini menunjukkan adanya efek transfer pasif dari merokok (mungkin tiosianat) merangsang sekresi *thyroglobuline*. Merokok selama kehamilan juga telah dilaporkan menyebabkan pembesaran tiroid neonatal.<sup>77</sup>

8. Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh asap/semprotan obat nyamuk. Paling tidak ada 4 jenis pestisida didalam asap obat nyamuk yaitu: *Scourge*, *Anvil*, *Permethrin* dan *Malathion*. *Scourge* (zat aktifnya: Resmethrin) adalah insektisida piretroid sintesis yang dikenal memiliki dampak negatif terhadap fungsi hati dan kelenjar tiroid. Sedangkan *malathion* adalah pestisida golongan organofosfat yang juga berdampak negatif terhadap kelenjar tiroid. Organofosfat dapat meracuni sistem saraf, dan beberapa piretroid diyakini menjadi racun pada sistem reproduksi dan terganggunya fungsi endokrin.<sup>78</sup> Juga dikatakan bahwa membakar 1 buah obat nyamuk sama saja dengan membakar 51 – 137 batang rokok.<sup>79</sup>
9. Gangguan tiroid juga dapat terjadi karena Penyakit Tiroid Autoimun yaitu suatu penyakit yang kompleks, dengan faktor penyebab multifaktorial berupa interaksi antara gen yang suseptibel dengan faktor pemicu lingkungan, yang mengawali respons autoimun terhadap antigen tiroid.<sup>45</sup>
10. Proses deiodinasi hormon tiroid dapat dimodifikasi oleh logam berat, seperti arsen, kadmium, timbal dan metil-merkuri.

Secara skematis, Kerangka Teori dapat dilihat dalam gambar 2.14. Berikut ini :

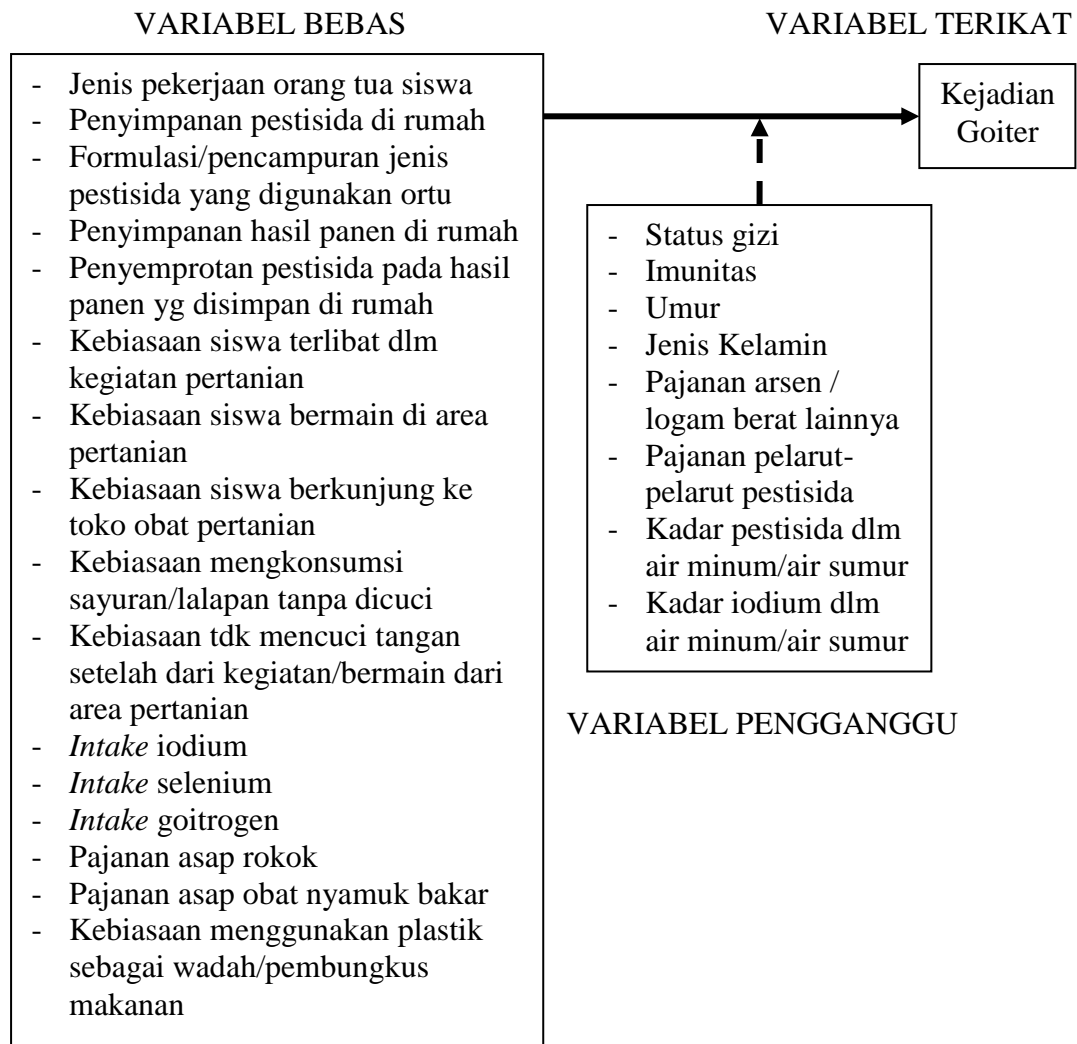


**Gambar 2.14.** Kerangka teori

## BAB III

### METODA PENELITIAN

#### A. Kerangka Konsep



**Gambar 3.1.** Kerangka konsep

Berdasarkan kerangka teori tersebut dapat disusun kerangka konsep penelitian untuk menggambarkan hubungan antara faktor risiko: jenis pekerjaan orang tua siswa, penyimpanan pestisida di rumah, formulasi/pencampuran jenis pestisida, penyimpanan hasil panen di rumah, penyemprotan pestisida pada hasil

panen di rumah, kebiasaan bermain di area pertanian/terlibat dlm kegiatan pertanian, kebiasaan mengkonsumsi sayuran/lalapan tanpa dicuci, kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan/bermain di pertanian, *intake* iodium, *intake* selenium, *intake* goitrogenik, riwayat pajanan asap rokok, riwayat pajanan asap obat nyamuk bakar dan kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan sebagai variabel bebas (variabel independen) dan kejadian goiter sebagai variabel terikat (variabel dependen). Variabel lain yang dicantumkan dalam kerangka teori seperti status gizi, imunitas, umur dan jenis kelamin, pajanan arsen/logam berat lainnya dan pajanan bahan-bahan pelarut pestisida dijadikan sebagai variabel pengganggu.

## **B. Hipotesis**

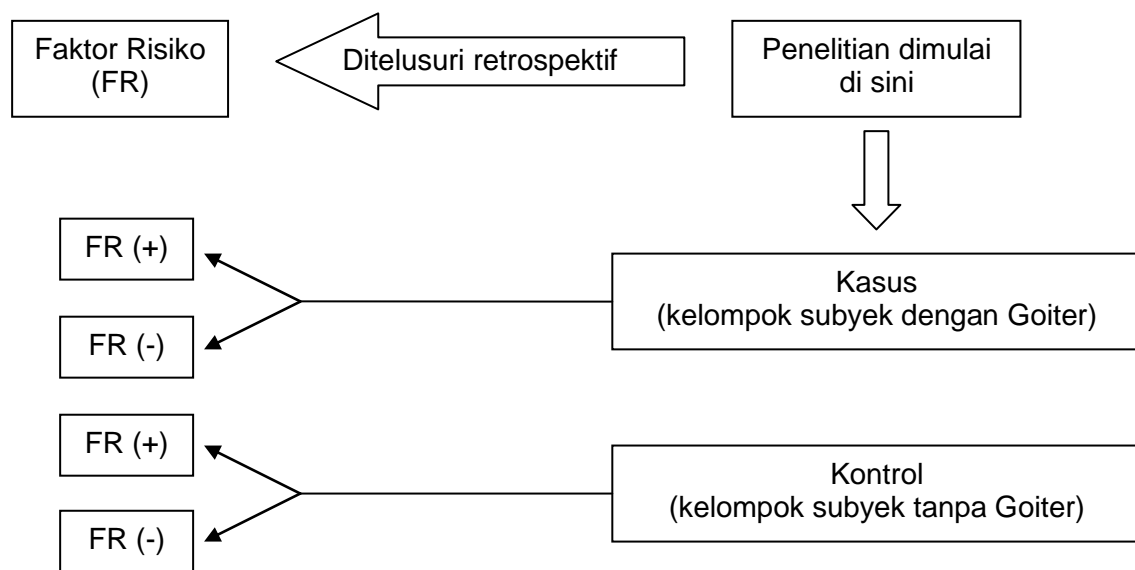
Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Ada hubungan antara jenis pekerjaan orang tua siswa dengan kejadian goiter.
2. Ada hubungan penyimpanan pestisida di rumah oleh orang tua siswa dengan kejadian goiter pada siswa.
3. Ada hubungan antara formulasi/pencampuran jenis pestisida yang digunakan oleh orang tua siswa dengan kejadian goiter pada siswa.
4. Ada hubungan antara penyimpanan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter pada siswa
5. Ada hubungan antara penyemprotan pestisida pada hasil panen di rumah dengan kejadian goiter pada siswa.
6. Ada hubungan antara siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter.
7. Ada hubungan antara siswa terlibat dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter.

8. Ada hubungan antara siswa berkunjung ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter.
9. Ada hubungan antara siswa mengkonsumsi sayuran/lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter.
10. Ada hubungan antara siswa tidak mencuci tangan apabila telah bermain/terlibat dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter.
11. Ada hubungan antara *intake* iodium pada siswa dengan kejadian goiter.
12. Ada hubungan antara *intake* goitrogen pada siswa dengan kejadian goiter.
13. Ada hubungan antara pajanan asap rokok pada siswa dengan kejadian goiter.
14. Ada hubungan antara pajanan asap obat nyamuk bakar pada siswa dengan kejadian goiter.
15. Ada hubungan antara kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan pada siswa dengan kejadian goiter.

### **C. Desain Penelitian**

Desain penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah desain *Case Control*. Desain ini dipilih karena tidak membutuhkan waktu; biaya dan tenaga yang besar, jarang ditemukan drop out, dapat dilakukan meskipun kasus sedikit.<sup>44</sup> Juga memungkinkan untuk mengidentifikasi berbagai faktor risiko sekaligus dalam satu penelitian (bila faktor risiko tidak diketahui). Dalam hal kekuatan hubungan sebab akibat, studi kasus-kontrol ada di bawah desain eksperimental dan studi kohort, namun lebih kuat daripada studi *cross-sectional*, karena pada studi kasus-kontrol terdapat dimensi waktu, sedangkan studi *cross-sectional* tidak.<sup>80</sup> Pada penelitian ini, penelitian prospektif tidak dapat dilakukan karena keterbatasan sumber dana dan hasil penelitian diperlukan secepatnya.



**Gambar 3.2.** Skema dasar studi kasus-kontrol.<sup>80</sup>

## D. Populasi dan Sampel Penelitian

### 1. Populasi

#### a. Populasi referen

Populasi referen adalah semua siswa SD yang berada di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. Wilayah tersebut dipilih dengan mempertimbangkan pada tahun 2010 angka TGR nya tertinggi, yaitu 38,5% (293 anak dengan goiter dari 761 anak yang diperiksa). Bahkan suvey di beberapa SD tahun 2011 di wilayah tersebut angka TGR mencapai 68,59% (107 anak dengan goiter dari 156 anak yang diperiksa).

#### b. Populasi studi

Populasi studi dalam penelitian ini adalah siswa-siswa SD kelas 4 – 6 di SDN Bulakparen 01, MI Mujahidin Kluwut dan SDN Dukuhlo 02 yang berjumlah 411.

#### c. Populasi kasus

Populasi kasus adalah semua anak SD kelas 4 – 6 yang terkena goiter di SDN Bulakparen 01, MI Mujahidin Kluwut dan SDN Dukuhlo 02 wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten.

**d. Populasi kontrol**

Semua anak yang dinyatakan negatif goiter dan tidak tinggal serumah dengan kelompok kasus dan mempunyai karakteristik yang sama dengan kelompok kasus misalnya: umur, tempat tinggal dan sebagainya.

**e. Kriteria inklusi subyek penelitian**

1. Bersedia berpartisipasi dalam penelitian
2. Bertempat tinggal tetap di wilayah Puskesmas Kluwut
3. Berstatus sebagai siswa SD/MI di wilayah Puskesmas Kluwut
4. Untuk kelompok kasus :
  - Tercatat sebagai penderita goiter dan tercatat di Puskesmas Kluwut
5. Untuk kelompok kontrol :
  - Tidak tinggal serumah dengan kelompok kasus
  - Mempunyai karakteristik yang sama dengan kasus

**2. Sampel**

Sampel dalam penelitian ini adalah siswa-siswa SD kelas 4 - 6 yang berada di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes yang menderita goiter yang ditandai dengan hasil pemeriksaan dengan menggunakan metode palpasi positif dinyatakan sebagai kasus sedangkan hasil pemeriksaan negatif sebagai kontrol.

Sampel diambil dengan menggunakan metode pencuplikan acak sederhana (*Simple Random Sampling*), dengan cara penomoran dan menggunakan kalkulator dengan menggunakan tombol *RAN*, sehingga setiap

penderita goiter memiliki probabilitas dan kebebasan yang sama untuk masuk sebagai sampel. Pada studi kasus kontrol peneliti menggunakan rasio *odds* (OR) sebagai perkiraan hasil yang diinginkan dengan : <sup>80,81</sup>

$$P_1 = \frac{(OR) P_2}{(OR) P_2 + (1-P_2)}$$

Besar sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{\left\{ z_{1-\alpha} \sqrt{2P(1-P)} + z_{1-\beta} \sqrt{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)} \right\}^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

Dimana :

n = besar sampel

$z_{1-\alpha}$  = nilai z pada derajat kepercayaan  $1-\alpha$  atau batas kemaknaan  $\alpha$ .

$z_{1-\alpha}$  = 1,64 untuk derajat kepercayaan 90%

1,96 untuk derajat kepercayaan 95%

2,58 untuk derajat kepercayaan 99%

$z_{1-\beta}$  = nilai z pada kekuatan uji (power)  $1-\beta$

$z_{1-\beta}$  = 0,84 untuk kekuatan uji 80%

1,28 untuk kekuatan uji 90%

1,64 untuk kekuatan uji 95%

2,33 untuk kekuatan uji 99%

P1 = estimasi proporsi pada kelompok kasus

P2 = estimasi proporsi pada kelompok kontrol

Dengan mengacu pada hasil penelitian yang pernah dilakukan, pada penelitian ini akan ditetapkan besarnya :

$z_{1-\alpha}$  = tingkat kemaknaan pada  $\alpha = 0,05$  adalah 1,96



$z_{1-\beta}$  = kekuatan uji / power 80% adalah 0,84

P2 = proporsi pajanan pada kelompok control = 0,38 (TGR di Puskesmas Kluwut)

OR = 3,3 (pertimbangan peneliti dengan memperhitungkan hasil penelitian sebelumnya).

Maka :

$$P1 = \frac{3,3 \times 0,38}{(1-0,38) + (3,3 \times 0,38)} = 0,57$$

$$P = \frac{1}{2} (P1 + P2) = \frac{1}{2} (0,57 + 0,38) = 0,48$$

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut didapatkan  $n = 45,57$ .

Maka berdasarkan hasil perhitungan tersebut, jumlah sampel yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah : kasus 46 anak dan kontrol 46 anak sehingga total 92 anak.

## E. Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Variabel terikat (*dependent variable*) pada penelitian ini adalah :
  - Kejadian goiter
2. Variabel bebasnya (*independent variable*) adalah :
  - Jenis pekerjaan orang tua siswa
  - Kebiasaan orang tua siswa menyimpan pestisida di rumah
  - Formulasi/pencampuran jenis pestisida yang dipakai oleh orang tua siswa
  - Kebiasaan orang tua siswa menyimpan hasil panen di rumah
  - Kebiasaan orang tua siswa menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah
  - Kebiasaan siswa bermain di area pertanian

- Kebiasaan siswa terlibat dlm kegiatan pertanian
- Kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian
- Kebiasaan siswa mengkonsumsi sayuran/lalapan tanpa dicuci
- Kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan/bermain di pertanian
- *Intake* iodium pada siswa
- *Intake* selenium pada siswa
- *Intake* goitrogenik pada siswa
- Paparan asap rokok pada siswa
- Paparan asap obat nyamuk bakar pada siswa
- Kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan

3. Variabel pengganggu (*confounding variable*) terdiri dari :

- Status gizi
- Imunitas
- Umur
- Jenis Kelamin
- Paparan arsen / logam berat lainnya
- Paparan bahan-bahan pelarut pestisida

## F. Definisi Operasional

Untuk memperoleh kesamaan pengertian didalam penelitian ini, maka definisi operasional, unit dan skala dari varibel penelitian ini disajikan dalam tabel

3.1. berikut ini :

**Tabel 3.1.** Daftar nama variabel, definisi operasional, unit dan skala variabel

No.	Nama Variabel	Definisi Operasional	Unit	Skala
<b>A. Variabel terikat:</b>				
1.	Kejadian Goiter	Adalah suatu gangguan pada kelenjar tiroid yang ditandai dengan pembesaran pada kelenjar tiroid, diukur dengan menggunakan metode palpasi.	Kategori Goiter / Tidak Goiter	Nominal
2.	Kadar TSH	Angka yang menunjukkan kadar TSH dalam serum: 1. Goiter, bila kadar TSH > 4,5 $\mu$ IU/L 2. Tidak goiter, bila kadar TSH $\leq$ 4,5 $\mu$ IU/L	$\mu$ IU/L	Rasio/ Nominal
<b>B. Variabel bebas :</b>				
1.	Pajanan pestisida			
a.	Kadar enzim Kolinesterase	Angka yang menunjukkan kadar enzim kolinesterase serum. <b>Kategori :</b> • Terpajan, bila kadar enzim kolinesterase serum siswa $SD < 9,6 \mu$ kat/L • Tidak terpajan, bila kadar enzim kolinesterase serum siswa $SD \geq 9,6 \mu$ kat/L	$\mu$ kat/L	Rasio/ Nominal
b.	Jenis pekerjaan orang tua siswa	Jenis pekerjaan orang tua (ayah atau ibu) siswa. <b>Kategori :</b> 1. Ya (petani/buruh tani) 2. Tidak (bukan petani/buruh tani)	Kategori Ya/Tidak	Nominal

No.	Nama Variabel	Definisi Operasional	Unit	Skala
c.	Tempat penyimpanan pestisida	Tempat penyimpanan pestisida yang digunakan orang tua siswa <b>Kategori :</b> 1. Ya (disimpan di rumah) 2. Tidak (di luar rumah)	Kategori Ya/Tidak	Nominal
d.	Formulasi/ jenis pestisida	Praktek pencampuran jenis pestisida yang digunakan oleh orang tua siswa <b>Kategori :</b> 1. Bila $\geq 3$ jenis pestisida 2. Bila hanya 1-2 jenis 3. Tidak mempunyai pestisida	Jenis pestisida	Ordinal
e.	Kebiasaan menyimpan hasil panen di rumah	Kebiasaan orang tua siswa menyimpan hasil panen di dalam rumah <b>Kategori :</b> 1. Ya (disimpan di rumah) 2. Tidak (di luar rumah)	Kategori Ya/Tidak	Nominal
f.	Kebiasaan menyemprot pestisida pada hasil panen	Kebiasaan orang tua siswa menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah 1. Ya (menyemprotkan) 2. Tidak (tdk menyemprotkan)	Kategori Ya/Tidak	Nominal
g.	Kebiasaan siswa terlibat dlm kegiatan pertanian	Kebiasaan siswa ikut terlibat dlm kegiatan pertanian <b>Kategori :</b> • Ya, bila minimal 1 bulan sekali • Tidak, bila lebih dari 1 bulan sekali	Kategori Ya/Tidak	Nominal
h.	Kebiasaan siswa bermain di area pertanian	Kebiasaan siswa bermain di area pertanian <b>Kategori :</b> • Ya, bila minimal 1 bulan sekali • Tidak, bila lebih dari 1 bulan sekali	Kategori Ya/Tidak	Nominal

No.	Nama Variabel	Definisi Operasional	Unit	Skala
i.	Berkunjung ke toko obat pertanian	Kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian (membeli-kan pestisida) <b>Kategori :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ya, bila minimal 1 bulan sekali</li><li>• Tidak, bila lebih dari 1 bulan sekali</li></ul>	Kategori Ya/Tidak	Nominal
j.	Makan lalapan tanpa dicuci	Kebiasaan siswa makan lalapan tanpa dicuci <b>Kategori :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ya, bila minimal 1 bulan sekali</li><li>• Tidak, bila lebih dari 1 bulan sekali</li></ul>	Kategori Ya/Tidak	Nominal
k.	Tidak cuci tangan	Kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian <b>Kategori :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ya, bila minimal 1 bulan sekali</li><li>• Tidak, bila lebih dari 1 bulan sekali</li></ul>	Kategori Ya/Tidak	Nominal
2.	<i>Intake</i> iodium	Tingkat asupan iodium siswa yang diukur dengan median EIU <b>Interpretasi :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Tinggi bila <math>&gt; 299 \mu\text{g/L}</math></li><li>2. Normal bila <math>\leq 299 \mu\text{g/L}</math></li></ul>	$\mu\text{g/L}$	Rasio/ Nominal
3.	<i>Intake</i> selenium	Tingkat asupan selenium siswa yang diukur dengan kadar selenium darah <b>Interpretasi :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Rendah bila <math>&lt; 10 \mu\text{g/dl}</math></li><li>2. Normal bila <math>10 \leq \text{Se} &lt; 100</math></li></ul>	$\mu\text{g/dl}$	Rasio/ Nominal
4.	<i>Intake</i> goitrogenik	Tingkat asupan zat goitrogenik yang diukur dengan kadar tiosianat dalam urin. <b>Interpretasi :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Tinggi bila <math>&gt; 2 \mu\text{g/ml}</math></li><li>2. Normal bila <math>\leq 2 \mu\text{g/ml}</math></li></ul>	$\mu\text{g/ml}$	Rasio/ Nominal

No.	Nama Variabel	Definisi Operasional	Unit	Skala
6.	Riwayat pajanan asap rokok	Adanya pajanan asap rokok terhadap siswa baik secara aktif ataupun pasif.  <b>Kategori :</b> 1. Ya, bila siswa terpajan asap rokok di rumah atau di luar rumah secara berturut-turut setiap hari selama 1 tahun atau lebih. 2. Tidak, bila siswa tidak terpapar asap rokok atau tidak memenuhi kriteria 1.	Kategori Ya / Tidak	Nominal
7.	Kebiasaan memakai obat nyamuk bakar	Adanya pajanan asap obat nyamuk/semprot terhadap siswa.  <b>Kategori :</b> 1. Ya, bila siswa terpajan asap obat nyamuk/ semprot minimal 2 kali seminggu selama 1 tahun atau lebih. 2. Tidak, bila siswa tidak terpajan asap obat nyamuk/semprot atau tidak memenuhi kriteria 1.	Kategori Ya / Tidak	Nominal
8.	Kebiasaan menggunakan plastik untuk bungkus makanan	Adanya pajanan bahan kimia penyusun plastik terhadap siswa.  <b>Kategori :</b> 1. Ya, bila siswa menggunakan plastik “kresek” sebagai pembungkus makanannya sendiri yang masih panas, minimal 1 kali seminggu. 2. Tidak, bila siswa tidak menggunakan plastik “kresek” sebagai pembungkus makanannya sendiri yang masih panas.	Kategori Ya / Tidak	Nominal

No.	Nama Variabel	Definisi Operasional	Unit	Skala
<b>C. Variabel pengganggu :</b>				
1.	Umur	Umur adalah usia responden sampai dengan ulang tahun terakhir yang dinyatakan dalam satuan tahun.	Tahun	Rasio
2.	Jenis kelamin	Jenis kelamin anak (siswa)	Kategori L/P	Nominal
3.	Status gizi anak	Adalah keadaan pertumbuhan siswa yg dikategorikan berdasarkan standar baku WHO-NCHS. Pada penelitian ini menggunakan Indeks Massa Tubuh/IMT yaitu hasil pembagian BB (Kg) dengan kuadrat TB (m). <b>Interpretasi :</b> 1. Kurus bila $IMT \leq 18,7$ 2. Normal bila $IMT > 18,7 - 25$	Kg/m <sup>2</sup>	Rasio/ Nominal

Adapun variabel yang ditransformasi adalah pajanan pestisida :

- 1) Ya, bila siswa memiliki minimal 1 kriteria dari 6 kriteria riwayat pajanan pestisida (keterlibatan subjek dalam kegiatan pertanian, kebiasaan subyek bermain di area pertanian, kebiasaan subjek berkunjung ke toko 'obat pertanian', kebiasaan orang tua subyek menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua subyek menyembrotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan kebiasaan orang tua subyek menyimpan pestisida di rumah) dan kadar enzim kolinesterase serum  $< \text{nilai median } (9,6 \mu\text{kat/L})$ ;
- 2) Tidak, bila siswa tidak terlibat dalam kegiatan pertanian dan kadar enzim kolinesterase  $\geq 9,6 \mu\text{kat/L}$ .

## **G. Pengumpulan Data**

### **1. Pengumpulan data primer, melalui :**

#### **a. Wawancara**

Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner terstruktur yang meliputi : umur, jenis kelamin, jenis pekerjaan orang tua siswa, kebiasaan orang tua siswa menyimpan pestisida, kebiasaan orang tua siswa memformulasikan/mencampur pestisida, kebiasaan orang tua siswa menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua siswa menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah, kebiasaan siswa terlibat dalam kegiatan pertanian, kebiasaan siswa bermain di area pertanian, kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian, kebiasaan siswa memakan sayuran/lalapan tanpa dicuci, kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian, riwayat pajanan asap rokok pada siswa, riwayat pajanan asap obat nyamuk bakar pada siswa dan kebiasaan siswa menggunakan plastik sebagai pembungkus makanannya yang masih panas. Wawancara dilakukan melalui kunjungan rumah siswa yang menjadi subyek penelitian, pada kelompok subyek yang terpilih menjadi kasus dan kontrol. Kunjungan rumah dilakukan untuk mendapatkan keterangan dari siswa yang menjadi subyek atau orang tuanya, untuk melakukan observasi lingkungan rumah dan wawancara mendalam tentang riwayat pajanan pestisida.

#### **b. Penilaian Status Gizi dengan pengukuran Berat Badan dan Tinggi Badan kemudian di hitung nilai IMT subyek dibandingkan dengan nilai standar IMT pada kurva WHO-NCHS.**



c. Pemeriksaan spesimen darah serta urin

Karena pemeriksaan laboratorium melalui pengambilan darah siswa, maka pada tahap ini peneliti akan melakukan *informed consent* dengan orang tua siswa tersebut. Karena keterbatasan dana, maka tidak semua siswa akan diambil sampel darahnya. Pengambilan darah disesuaikan dengan keadaan fisik dan kesehatan siswa. Pemeriksaan spesimen yang akan dilakukan meliputi: Kadar TSH serum, enzim ChE, hemoglobin, selenium serum, tiosianat urin dan kadar iodium urin (EIU).

2. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari data monografi Desa di lokasi penelitian yaitu Desa Dukuhlo, Desa Kluwut dan Desa Bulakparen. Data monografi Kecamatan, Puskesmas setempat, Dinas Kesehatan, Bappeda dan Dinas Pertanian Kabupaten Brebes.

## H. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. *Editing*, dilakukan untuk mengecek/mengoreksi/mengklarifikasi data dari kuesioner yang telah diisi
- b. *Coding*, dilakukan dengan cara memberikan kode terhadap jawaban responden sehingga mempermudah dalam pengolahan data
- c. *Entry*, memasukan data ke komputer untuk diolah
- d. *Tabulating*, menyajikan data dalam bentuk tabel distribusi dan tabel silang sesuai dengan tujuan penelitian.

## 2. Analisis data

Data dianalisis dan diinterpretasikan untuk menguji hipotesis yang diajukan dengan menggunakan program komputer SPSS for Windows versi 16.0 dengan tahapan sebagai berikut :

### a. Analisis univariat

Data yang terkumpul diolah dan dianalisis secara deskriptif, yaitu data untuk variabel disajikan dalam tabel distribusi frekuensi, gambar ataupun grafik. Untuk menguji kesetaraan nilai rerata dan distribusi frekuensi nilai variabel antara kelompok kasus dan kontrol, dilakukan uji beda rerata (uji-*t* tidak berpasangan atau uji *Mann Whitney*) untuk data berskala rasio dan uji beda proporsi (*Chi-Square*) untuk data berskala nominal.

Untuk menentukan uji beda rerata yang akan digunakan, dilakukan uji normalitas data menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*, karena jumlah obyek untuk masing-masing kelompok lebih dari 40. Apabila uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan berdistribusi normal, maka uji beda rerata yang akan digunakan adalah uji-*t* dan apabila berdistribusi tidak normal, maka uji yang akan digunakan adalah uji *Mann Whitney*.

### b. Analisis bivariat

Untuk mengetahui hubungan signifikansi sebagai kriteria pengujian hipotesis antara penyakit dan faktor risiko yang berkontribusi terhadap penyakit, digunakan uji *Chi Square* ( $\chi^2$ ). Hipotesis diterima bila nilai  $\chi^2$  hitung lebih kecil dari nilai  $\chi^2$  tabel (disesuaikan dengan df dan taraf kesalahan tertentu). Pada penelitian ini df = 1 dan taraf kesalahan 5%, maka nilai  $\chi^2$  tabel yang akan digunakan adalah 3,841, artinya bila nilai

$\chi^2$  hitung  $< 3,841$  maka hipotesis diterima. Berdasarkan probabilitas, akan dilihat nilai *p-value*, dikatakan bermakna jika nilai *p-value*  $< 0,05$ .

Sedangkan untuk menginterpretasikan tingkat hubungan antara faktor-faktor risiko dengan kejadian goiter pada penelitian ini digunakan *Odds Ratio* (OR) dan *95% Confidence Interval* (95% CI). Hasil pengamatan studi disusun dalam tabel 2 x 2 dengan keterangan sebagai berikut :

- Sel a : kasus mengalami pajanan, kontrol mengalami pajanan
- Sel b : kasus mengalami pajanan, kontrol tidak mengalami pajanan
- Sel c : kasus tidak mengalami pajanan, kontrol mengalami pajanan
- Sel d : kasus dan kontrol tidak mengalami pajanan

Faktor Risiko	Kejadian Goiter	
	Ya	Tidak
FR (+)	a	b
FR (-)	c	d

OR = ..... ; (95% CI) = .....

OR = odds pada kelompok kasus : odds pada kelompok kontrol

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{proporsi kasus dengan faktor risiko})/(\text{proporsi kasus tanpa faktor risiko})}{(\text{proporsi kontrol dengan faktor risiko})/(\text{proporsi kontrol tanpa faktor risiko})} \\
 &= \frac{a / (a+c) : c / (a+c)}{b / (b+d) : d / (b+d)} = \frac{a/c}{b/d} = \frac{ad}{bc}
 \end{aligned}$$

Apabila  $OR > 1$  menunjukkan bahwa faktor yang diteliti memang merupakan faktor risiko, bila  $OR = 1$  berarti faktor risiko tidak ada pengaruhnya untuk terjadinya efek atau netral, dan bila  $OR < 1$  berarti

merupakan faktor protektif. Sedangkan nilai 95% CI dikatakan bermakna jika nilai 1 (satu) tidak diantara batas atas (*upper limit*) dan batas bawah (*lower limit*) CI dan nilai batas bawah harus lebih dari 1 atau hubungan dikatakan bermakna apabila nilai *lower limit* dan *upper limit* tidak mencakup nilai 1 (satu).

c. Analisis multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk melihat hubungan variabel bebas dengan variabel terikat dan variabel bebas mana yang paling besar pengaruhnya terhadap variabel terikat. Analisis multivariat dilakukan dengan cara menghubungkan beberapa variabel bebas dengan satu variabel terikat secara bersamaan, karena variabel bebas bersifat dikotomis (kategorikal) maka analisis yang digunakan regresi logistik. Analisis multivariat dilakukan untuk mendapat model terbaik. Semua variabel kandidat dimasukan secara bersamaan untuk dipertimbangkan menjadi model dengan nilai signifikan ( $p < 0,25$ ). Variabel terpilih dimasukan kedalam model dan nilai  $p$  yang tidak signifikan dikeluarkan dari model. Langkah-langkah dalam uji regresi logistik multivariat tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Identifikasi variabel pengganggu yang mempunyai hubungan yang “cukup kuat” dengan kejadian goiter (nilai  $p < 0,25$ ) menggunakan uji regresi logistik sederhana,
- 2) Untuk menentukan apakah variabel terpilih merupakan pengganggu, masing-masing variabel tersebut, satu persatu dimasukkan ke dalam model persamaan regresi logistik hubungan paparan pestisida dengan kejadian goiter. Kemudian dilakukan perhitungan nilai  $\chi^2$ , bila  $\chi^2$

hitung lebih besar dari  $\chi^2$  tabel ( $df = 1 \rightarrow 3,481$ ), maka variabel tersebut dianggap sebagai pengganggu dalam hubungan antara paparan pestisida dengan kejadian goiter.

- 3) Langkah terakhir adalah memasukkan variabel yang berpotensi menjadi variabel pengganggu dari ad 2. ke dalam model hubungan paparan pestisida dengan kejadian goiter, menggunakan regresi logistik multivariat metode 'enter'. Metode 'enter' dipilih karena tujuan utama tahap analisis multivariat ini adalah menentukan paparan pestisida sebagai faktor risiko kejadian goiter dengan memperhitungkan pengaruh variabel-variabel lain, bukan mencari model persamaan untuk prediksi terjadinya goiter.

Catatan: langkah yang sama juga dilakukan untuk variabel bebas (faktor risiko) derajat paparan pestisida.

## **I. Instrumen Penelitian**

Instrumen atau alat pengumpulan data yang dipergunakan meliputi :

1. Alat tulis adalah alat yang digunakan untuk mencatat dan melaporkan hasil penelitian berupa : ballpoint, kertas, kalkulator dan komputer
2. Daftar kuesioner terstruktur (terlampir)

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **A. Gambaran umum lokasi penelitian**

Kabupaten Brebes merupakan salah satu daerah otonom di Jawa Tengah, letaknya di sepanjang pantai utara laut jawa, memanjang ke selatan berbatasan dengan wilayah karesidenan Banyumas; sebelah timur berbatasan dengan Kota Tegal dan Kabupaten Tegal; serta sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat. Luas wilayah Kabupaten Brebes adalah 1.662,96 Km<sup>2</sup>, terdiri dari 17 Kecamatan dan 297 Desa.

Menurut penggunaan tanah, dibagi menjadi tanah sawah dan tanah kering. Pada tahun 2008, luas tanah sawah sebesar 627,03 Km<sup>2</sup> (37,7%) dan luas tanah kering sebesar 1.035,93 Km<sup>2</sup> (62,3%) (BPS & Bappeda Kabupaten Brebes 2009). Kabupaten Brebes merupakan salah satu sentra produksi terbesar bawang merah di Indonesia, yang memberikan kontribusi sekitar 23% terhadap produksi nasional (Bahar, 2009). Jumlah produksi bawang merah di Kabupaten Brebes mencapai 3.366.447 kuintal pada tahun 2008, meningkat dibandingkan tahun 2007 sebesar 2.531.835 kuintal dan tahun 2006 sebesar 1.792.278 kuintal (BPS & Bappeda Kabupaten Brebes 2009).

##### **1. Keadaan wilayah Puskesmas Kluwut**

Berdasarkan letak geografis, wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba terletak di bagian utara Kabupaten Brebes dengan batas-batas sebagai berikut :

Sebelah Utara : Laut Jawa

Sebelah Timur : Wilayah Puskesmas Bulakamba

Sebelah Barat : Wilayah Puskesmas Kemurang dan Puskesmas Tanjung

Sebelah Selatan : Wilayah Puskesmas Ketanggungan

Luas wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba adalah 23,63 km<sup>2</sup> dengan jumlah desa sebanyak (5) lima desa terdiri dari : Desa Grinting, Desa Kluwut, Desa Bulakparen, Desa Cimohong dan Desa Dukuhlo. Dari ke (5 ) lima desa tersebut jarak tempuh terjauh adalah 8 km dengan topografi kurang dari 5 m dari permukaan laut, semua daerah pedesaan dengan kondisi pertanian yang tumbuh (Profil Kesehatan Puskesmas Kluwut 2010).

Dari ke-13 Kecamatan penghasil bawang merah di Kabupaten Brebes, tingkat produksi bawang merah di Kecamatan Bulakamba menduduki peringkat ke-3 (543.774 kuintal/tahun). Tingkat produksi tertinggi adalah di Kecamatan Wanasari mencapai 841.780 kuintal/tahun (BPS & Bappeda Kabupaten Brebes, 2009). Data dari DKK Brebes menunjukkan bahwa angka TGR di Kecamatan Bulakamba 20,33% menduduki peringkat ke-1 dari 17 Kecamatan di Kabupaten Brebes. Karakteristik wilayah dan indikator TGR di Kabupaten Brebes 2010 ditampilkan dalam Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Data karakteristik wilayah dan indikator TGR di Kab. Brebes th. 2010

No	Kecamatan	Ketinggian	Produksi bawang merah (dalam kuintal)	TGR
1	Salem	500	80	15,64
2	Bantarkawung	161	1.200	0,22
3	Bumiayu	162	0	0,00
4	Paguyangan	342	0	5,33
5	Sirampog	875	0	5,14
6	Tonjong	175	0	0,22
7	Jatibarang	5	163.132	0,22
8	Larangan	23	747.855	4,93
9	Ketanggungan	17	91.486	7,69
10	Banjarharjo	22	28.740	7,59
11	Losari	5	108.690	5,07
12	Tanjung	3	121.912	8,82
13	Kersana	11	77.922	6,93
14	Bulakamba	3	543.774	20,33
15	Wanasari	1	841.780	13,72
16	Brebes	3	507.706	4,75
17	Songgom	5	132.170	1,92

Hasil observasi dan wawancara dengan beberapa petani dan Mantri Tani Kecamatan, di Kecamatan Bulakamba menunjukkan tingkat penggunaan pestisida di daerah tersebut sangat tinggi dan intensif. Para petani di daerah tersebut pada umumnya menggunakan 3-7 jenis pestisida golongan organofosfat untuk satu kali tanam bawang merah, dengan frekuensi penyemprotan 2-3 hari sekali, bahkan hampir setiap hari pada musim penghujan. Tabel 4.2. berikut mendeskripsikan jenis pestisida yang banyak dipakai di Kecamatan Bulakamba.

**Tabel 4.2.** Jenis pestisida yang banyak digunakan di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes tahun 2010 (Hasil observasi)

<b>Merek Dagang</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Bahan Aktif</b>
Dursban 200 EC	Insektisida	Klorpirifos 200 g/l
Dithane 80 WP	Fungisida	Mancozeb 80%
Vondazeb 80WP	Fungisida	Mancozeb 80%
Antracol 70 WP	Fungisida	Propineb 70%
Decis 25 EC	Insektisida	Detametrin 25 g/l
Tumagon 100 EC	Insektisida	Klorfenafir 100 g/l
Bion M-1/48 WP	Fungisida	Asibensolar-s metil 1% dan Mancozeb 48 %
Bamex	Insektisida	Alfa Sipermerin
Reagen 50 SC	Insektisida	Fipronil 50 g/l
Curacron	Insektisida	Profenofos 500 g/l
Prevathon 50 SC	Insektisida	Klorantanilliprol 50 g/l
Agrimec 18 EC	Insektisida	Abamektin 18,4 g/l

## 2. Kependudukan

Jumlah penduduk dan luas wilayah perdesa pada tahun 2010 terbanyak adalah di Desa Kluwut sebanyak 18.648 jiwa. Secara lengkap dapat dilihat dalam Tabel 4.3. berikut ini :

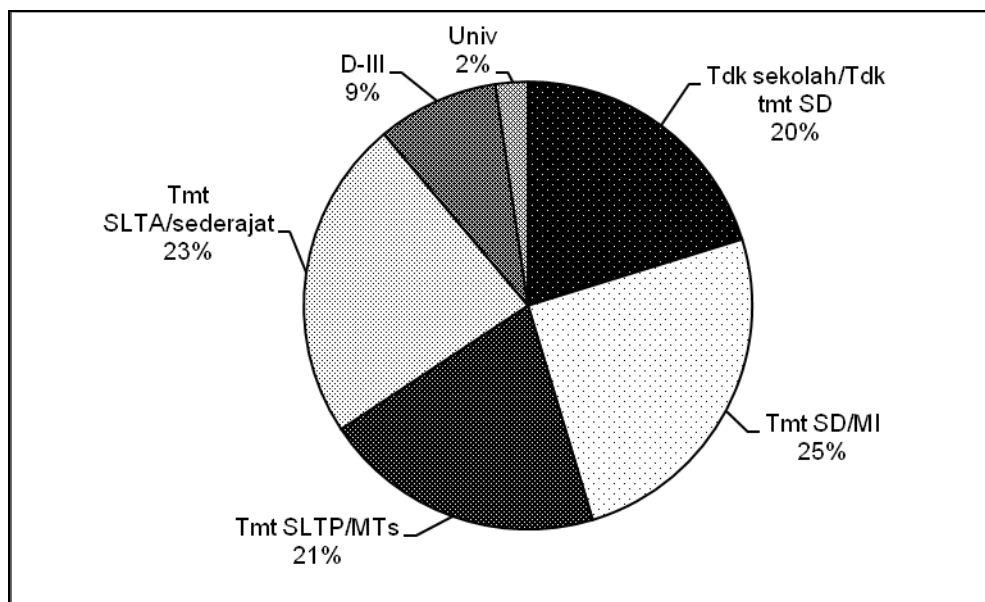


**Tabel 4.3.** Jumlah penduduk dan luas wilayah desa wilayah Puskesmas Kluwut

No	Desa	Tahun 2010 (jiwa)	Luas Wilayah ( Km <sup>2</sup> )
1.	Grinting	15.297	14.75
2.	Kluwut	18.648	7.87
3.	Bulakparen	2.823	1.86
4.	Cimohong	6.871	6.1
5.	Dukuhlo	6.393	3.05
Jumlah		50.032	33.63

### 3. Tingkat pendidikan penduduk

Tingkat pendidikan di wilayah kerja Puskesmas Kluwut masih banyak yang berpendidikan rendah dengan proporsi yang tidak sekolah/tidak tamat SD 20% dan yang tamat SD/MI 26%. Secara lengkap proporsi tingkat pendidikan ditampilkan dalam Gambar 4.1. berikut ini :



**Gambar 4.1.** Prosentase Tingkat Pendidikan Penduduk di Wilayah Puskesmas Kluwut Tahun 2010

## **B. Hasil penelitian**

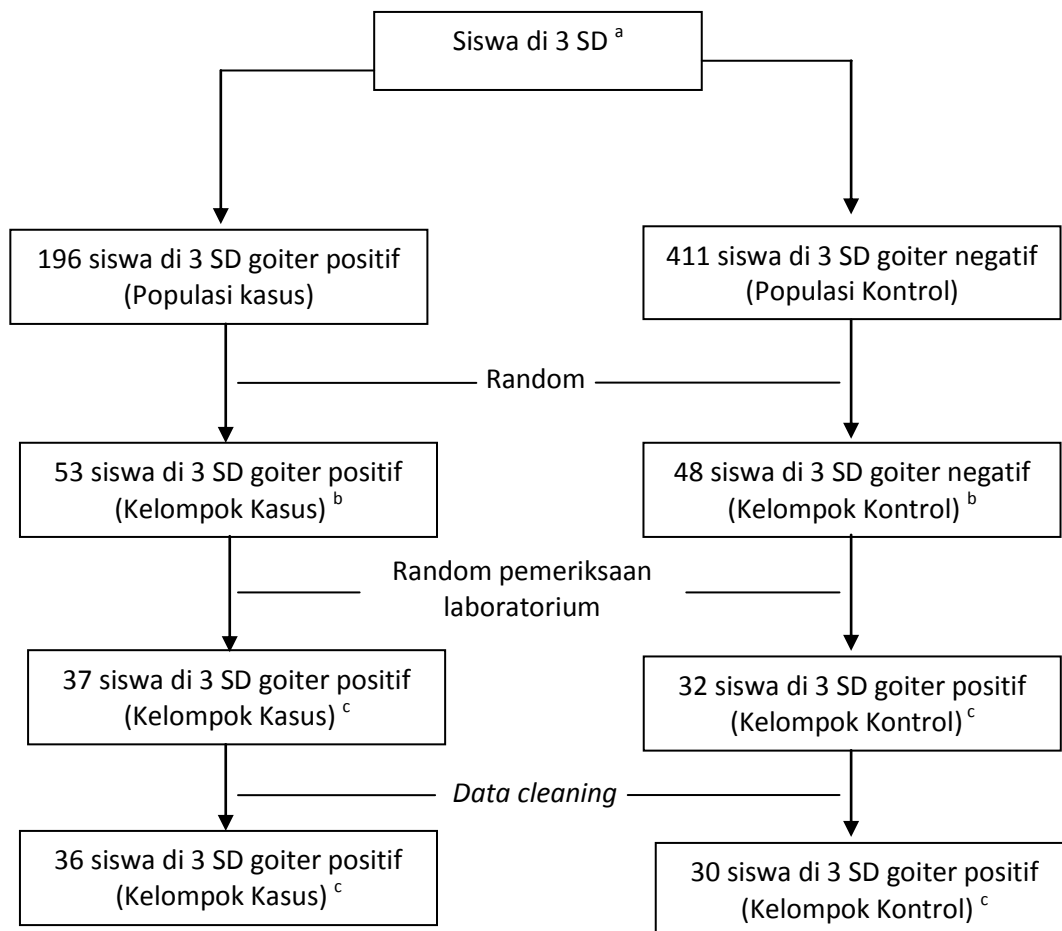
Kegiatan pengambilan data penelitian ini telah dilaksanakan mulai tanggal 12 Juli sampai dengan 3 September 2011 di tiga lokasi yakni desa Bulakparen, Dukuhlo dan Kluwut. Pengambilan data dengan teknik wawancara dan observasi lingkungan rumah dilakukan dengan kunjungan rumah subyek. Sementara untuk pemeriksaan sampel darah dan urin dilakukan di sekolah.

Populasi penelitian adalah siswa dari tiga SD di wilayah kerja Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba yakni SDN Bulakparen 01, SDN Dukuhlo 02 dan MI Mujahidin Kluwut. Ketiga SD ini dipilih berdasarkan data TGR tertinggi (data hasil skrining pemeriksaan palpasi kelenjar gondok Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes tahun 2010 dan tahun 2011). Dari data DKK tersebut, kelompok siswa yang tidak mengalami pembesaran kelenjar gondok (goiter negatif) dikelompokkan sebagai populasi kontrol, sementara siswa yang dari hasil pemeriksaan palpasi didapatkan pembesaran kelenjar gondok (goiter positif) dikelompokkan sebagai populasi kasus.

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus didapatkan  $n = 45,57$ . Maka berdasarkan hasil perhitungan tersebut, jumlah sampel yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah 46 siswa dengan goiter positif sebagai kasus dan 46 siswa dengan goiter negatif sebagai kontrol sehingga total 92 siswa.

Dari kedua populasi tersebut, kemudian dipilih secara acak didapatkan 53 siswa sebagai kasus dan 48 siswa sebagai kontrol. Wawancara, observasi lingkungan rumah dan pemeriksaan IMT dilakukan pada seluruh subyek penelitian (101 siswa), sementara pemeriksaan laboratorium yang meliputi pemeriksaan kadar kolinesterase, kadar TSH, ekskresi iodium urin (EIU), kadar tiosianat urin, dan hemoglobin (Hb). Mengingat keterbatasan dana, pemeriksaan laboratorium tersebut rencananya hanya dilakukan pada 70 siswa, yaitu 35 siswa pada kelompok kasus dan 35 siswa pada kelompok kontrol,

yang ditentukan secara acak. Namun dalam pelaksanaannya, setelah dilakukan *informed consent* pada orang tua siswa, yang menyetujui untuk diperiksa laboratorium hanya 69 siswa, yaitu 37 siswa pada kelompok kasus dan 32 siswa pada kelompok kontrol. Setelah dilakukan *data cleaning*, proporsinya menjadi 36 siswa pada kelompok kasus dan 30 siswa pada kelompok kontrol (total 66 siswa). Berikut adalah bagan alur penentuan subyek penelitian dan pemeriksaan/pengukuran variabel yang dilakukan.



**Gambar 4.2.** Alur pemilihan subyek dan variabel yang diukur

Keterangan:

<sup>a</sup> Pemeriksaan palpasi; <sup>b</sup> wawancara, kunjungan/observasi rumah; <sup>c</sup> Pemeriksaan kadar Ch.E, TSH, EIU, selenium, tiosianat urin dan Hb.

Penelitian ini menggunakan desain kasus kontrol bertujuan untuk menganalisis riwayat pajanan pestisida sebagai faktor risiko kejadian goiter pada siswa SD. Adapun data yang dihimpun yang telah dianalisis meliputi :

- a. Data variabel terikat (Kejadian goiter/gondok), pada penelitian ini data laboratorium yang telah diperiksa adalah TSH.
- b. Data variabel bebasnya (Riwayat pajanan pestisida pada siswa), pada penelitian ini data tersebut diperoleh melalui wawancara yang meliputi: pekerjaan orang tua siswa sebagai petani/buruh tani, tempat penyimpanan pestisida di dalam rumah, formulasi/pencampuran jenis pestisida, menyimpan hasil panen di rumah, menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah, keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian, kebiasaan siswa bermain di area pertanian, kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian, kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci, dan kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian.
- c. Data variabel pengganggu terdiri dari : Umur, Jenis Kelamin, Status gizi, Intake Iodium, Intake goitrogenik, Riwayat paparan asap rokok, Kebiasaan memakai obat nyamuk bakar/semprot dan Kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan.

## **1. *Focus Group Discussion (FGD)***

Dari hasil FGD dengan para orang tua siswa, orang tua siswa yang bekerja sebagai petani/buruh tani mengatakan bahwa mereka bekerja sebagai petani/buruh tani dimulai sebelum anaknya/siswa dilahirkan. Bahkan banyak juga diantara mereka yang sudah berprofesi sebagai petani/buruh tani sejak mereka masih remaja. Sebagai petani/buruh tani, mereka secara mutlak memerlukan pestisida untuk menjamin keberhasilan kegiatan pertanian yang mereka lakukan. Jenis komoditas pertanian yang

mereka pilih, yaitu bawang merah dan cabe, sangat rentan terhadap hama khususnya ulat dan jamur.

Adapun saat ditanyakan tentang penyakit goiter yang diderita anaknya, dari 53 orang tua siswa yang anaknya dijadikan kasus (goiter positif) hanya 30 orang saja yang mengetahuinya. Secara lengkap informasi ini bisa dilihat dalam Tabel 4.4. berikut:

**Tabel 4.4.** Pengetahuan orang tua siswa terhadap goiter pada anaknya

No	Orang tua siswa	Jumlah
1.	Mengetahui kejadian goiter pda anaknya :	
	Ya	30
	Tidak	23
2.	Mengetahui lamannya kejadian goiter pada anaknya :	
	Sejak 1 bulan yang lalu	1
	Sejak 2 bulan yang lalu	26
	Sejak 12 bulan yang lalu	2
	Sejak 24 bulan yang lalu	1

Dari Tabel 4.4. terlihat bahwa umumnya orang tua siswa mengetahui kejadian goiter pada anaknya sejak 2 bulan sebelum kegiatan FGD/Wawancara tersebut dilakukan.

## 2. Observasi Lingkungan Rumah

Untuk menggali lebih dalam tentang kemungkinan pajanan pestisida pada siswa, observasi lingkungan rumah dilakukan melalui: observasi kebiasaan orang tua siswa menyimpan hasil panen di rumah, observasi kebiasaan orang tua siswa menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan observasi kebiasaan orang tua siswa menyimpan pestisida di rumah serta jenis/merek pestisida yang digunakan (lihat Tabel 4.2. diatas). Hasil observasi lingkungan rumah, disajikan dalam Tabel 4.5. berikut ini:

**Tabel 4.5.** Hasil observasi lingkungan rumah

No	Variabel yang diobservasi	Jumlah
1.	Menyimpan hasil panen di rumah	23
2.	Menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah	14
3.	Menyimpan pestisida di rumah	20

Dari hasil observasi pada rumah orang tua siswa tersebut, hasil panen berupa bawang merah umumnya disimpan di langit-langit dapur, di emperan depan rumah, dan lain-lain. Pestisida yang disemprotkan pada hasil panen tersebut umumnya adalah fungisida merek *Dithane*, *Vondazeb*, keduanya mengandung zat aktif mancozeb. mancozeb adalah sediaan bentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan kadar bahan aktif tinggi (50-80%) yang dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Setelah disemprotkan suspensi mancozeb tersebut akan menempel pada bawang merah, namun apabila komponen airnya telah menguap, maka serbuk mancozeb tersebut akan berjatuh di area dapur yang mungkin saja akan mengenai makanan yang akan dimakan oleh siswa. Aktivitas biokimia mancozeb dan metabolitnya *Ethylene thiourea* (ETU) terhadap hormon tiroid adalah menghambat atau menurunkan *uptake* iodium dan kerja enzim tiroid peroksidase.

Kebiasaan orang tua siswa menyimpan pestisida di rumah juga cukup banyak. Umumnya orang tua siswa menyimpan pestisida tersebut di dapur, ada juga yang menyimpannya di ruang tamu sehingga mudah diakses untuk disentuh atau sebagai alat mainan siswa. Bahkan ada juga yang menyimpan alat penyemprot pestisida di dapur padahal alat tersebut telah dipakai dalam kegiatan pertanian. Tentunya hal ini akan menambah intensitas pajanan pestisida pada siswa. Dari hasil wawancara dengan orang tua siswa, didapatkan beberapa siswa suka menggunakan sisa botol atau kaleng

bekas pestisida untuk mainan, bahkan ada seorang siswa yang suka dengan aroma pestisida sehingga sering mencium baunya.

### 3. Analisis Univariat (pada sampel 101 siswa / $n=101$ )

Berdasarkan analisis univariat pada obyek penelitian sebanyak 101 siswa ( $n=101$ ), usia rata-rata siswa pada kelompok kasus (goiter positif) dan kontrol (goiter negatif) relatif sama, yaitu 10,7 tahun pada kelompok kasus. Sedangkan pada kelompok kontrol adalah 11,2 tahun. Untuk jenis kelamin kelompok kasus, perempuan 60,4% sedangkan laki-laki 39,6%.

Dari 101 siswa yang terpilih sebagai subyek, sejumlah 30 siswa (29,7%) berasal dari SDN Bulakparen 01, 33 siswa (32,7%) dari SD Dukuhlo 02, dan 38 siswa (37,6%) dari MI Mujahidin Kluwut. Tingkat pendidikan ayah, sebagian besar adalah tamat SD, baik pada kelompok kasus (52,8%) maupun kontrol (45,8%). Bila dilihat dari jenis pekerjaan ayah, tampak ada perbedaan proporsi antara kelompok kasus dan kontrol, khususnya pekerjaan sebagai buruh tani, proporsinya lebih besar pada kelompok kasus (32,1%) dibanding pada kelompok kontrol (10,4%). Begitu juga dengan pekerjaan ibu siswa, pekerjaan sebagai buruh tani 26,4% pada kelompok kasus dan 6,4% pada kelompok kontrol. Gambaran karakteristik subyek secara lengkap disajikan pada Tabel 4.6. berikut :

**Tabel 4.6.** Karakteristik subyek ( $n=101$ )

Karakteristik	Kasus ( $n=53$ )	Kontrol ( $n=48$ )	Nilai- $p$
<b>Usia</b> (tahun): rerata (sd)/median	10,7 (0,91)/11	11,2 (0,79)/11	0,002 <sup>a</sup>
<b>Jenis Kelamin</b>			
Laki-laki	21 (39,6%)	22 (45,8%)	0,668 <sup>b</sup>
Perempuan	32 (60,4%)	26 (54,2%)	

**Tabel 4.6.** Lanjutan

Karakteristik	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai-p
<b>Asal sekolah</b>			
SD Bulakparen 01	12 (22,6%)	18 (37,5%)	0,0001 <sup>c</sup>
SD Dukuhlo 02	31 (58,5%)	2 (4,2%)	
MI Mujahidin Kluwut	10 (18,9%)	28 (58,5%)	
<b>Pendidikan ayah</b>			
Tidak tamat SD	22 (41,5%)	17 (35,4%)	0,180 <sup>c</sup>
Tamat SD	28 (52,8%)	22 (45,8%)	
Tamat SLTP	3 (5,7%)	4 (8,3%)	
Tamat SLTA	0 (0,0%)	4 (8,3%)	
Tamat Akademi/PT	0 (0,0%)	1 (2,1%)	
<b>Pendidikan ibu</b>			
Tidak tamat SD	23 (43,4%)	19 (40,4%)	0,195 <sup>c</sup>
Tamat SD	28 (52,8%)	21 (44,7%)	
Tamat SLTP	2 (3,8%)	4 (8,5%)	
Tamat SLTA	0 (0,0%)	3 (6,4%)	
Tamat Akademi/PT	0 (0,0%)	1 (2,1%)	
<b>Pekerjaan Ayah</b>			
Pegawai	4 (7,5%)	11 (22,9%)	0,009 <sup>c</sup>
Swasta/Wiraswasta			
Petani Pemilik	4 (7,5%)	1 (2,1%)	
Buruh Tani	17 (32,1%)	5 (10,4%)	
Lain-lain	28 (52,8%)	31 (64,6%)	
<b>Pekerjaan Ibu</b>			
Pegawai	0 (0%)	4 (8,5%)	0,008 <sup>c</sup>
Swasta/Wiraswasta			
Petani Pemilik	4 (7,5%)	1 (2,1%)	
Buruh Tani	14 (26,4%)	3 (6,4%)	
Lain-lain	22 (41,5%)	18 (38,3%)	

a : uji *Mann Whitney*; b : uji *Chi-square (Correction continuity)*; c : uji *Chi-square (Pearson)*

#### 4. Analisis Bivariat ( $n=101$ )

##### a. Hubungan pekerjaan orang tua siswa dengan kejadian goiter

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan bermakna antara jenis pekerjaan orang tua siswa dengan kejadian goiter dengan nilai  $p=0,007$  (OR=3,83 dan 95% CI=1,51-9,75). Hasil uji tersebut disajikan pada tabel berikut:



**Tabel 4.7.** Hubungan jenis pekerjaan orang tua siswa dengan kejadian goiter

Jenis pekerjaan orang tua siswa	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
Petani/buruh tani	23 (43,4%)	8 (16,7%)	0,007	3,83 (1,51-9,75)
Bukan petani/buruh tani	30 (56,6%)	40 (83,3%)		

Pada Tabel 4.7. tampak bahwa proporsi subyek yang orang tuanya bekerja sebagai petani/buruh tani pada kelompok kasus (43,4%) lebih besar dibanding pada kelompok kontrol (16,7%).

**b. Hubungan riwayat menyimpan pestisida di rumah dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan menyimpan pestisida di rumah dengan kejadian goiter (nilai-*p*=0,0001; OR=26,27; 95% CI=3,35-205,81). Hasil uji tersebut disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.8.** Hubungan riwayat menyimpan pestisida di rumah dengan kejadian goiter

Menyimpan pestisida di rumah	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
Ya	19 (35,8%)	1 (2,1%)	0,0001	26,27 (3,35-205,81)
Tidak	34 (64,5%)	47 (97,9%)		

Pada Tabel 4.8. tampak bahwa proporsi subyek yang orang tuanya menyimpan pestisida di rumah pada kelompok kasus (35,8%) lebih besar dibanding pada kelompok kontrol (2,1%).

**c. Hubungan riwayat formulasi/pencampuran jenis pestisida dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan mencampurkan jenis pestisida dengan kejadian goiter (nilai-*p*=0,02; OR=11,06; 95%CI=1,32-92,61) untuk pencampuran 3 atau lebih pestisida dan (nilai-

$p=0,001$ ;  $RR=2,38$ ;  $95\% CI=1,84-3,08$ ) untuk penggunaan 1-2 macam pestisida. Disimpulkan bahwa siswa yang orang tuanya menggunakan pestisida campuran sebanyak 3 atau lebih memiliki risiko terkena goiter 11,06 kali. Hasil uji tersebut disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.9.** Hubungan riwayat pencampuran jenis pestisida dengan kejadian goiter

Pencampuran jenis Pestisida	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR/RR (95%CI)
≥ 3 jenis	8 (15,1%)	1 (2,1%)	0,02	OR:11,06 (1,32-92,61)
1-2 jenis	11 (20,8%)	0 (0,0%)	0,001	RR:2,38 (1,84-3,08)
Tidak	34 (64,2%)	47 (97,9%)		(Referensi)

Adapun jenis pestisida yang digunakan, apabila responden menyebutkan hanya 1 merek dagang, semua responden menyebutkan merek *Dursban* (klorpirifos). Apabila menyebutkan 2 merek dagang yang disebutkan yang pertama *Dursban* kemudian yang berikutnya *Dithane* (mancozeb), *Antracol* (propineb) atau *Decis* (detametrin).

**d. Hubungan riwayat menyimpan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan menyimpan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ;  $OR=15,09$ ;  $95\% CI=3,31-68,94$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.10. berikut :

**Tabel 4.10.** Hubungan riwayat menyimpan hasil panen di rumah dengan kejadian goiter

Menyimpan hasil panen di rumah	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
Ya	21 (39,6%)	2 (4,2%)	0,0001	15,09 (3,31-68,94)
Tidak	32 (60,4%)	46 (95,8%)		

Pada Tabel 4.10. tampak bahwa proporsi subyek yang orang tuanya menyimpan hasil panen di rumah pada kelompok kasus (39,6%) lebih besar dibanding pada kelompok kontrol (4,2%).

**e. Hubungan riwayat menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ;  $RR=2,23$ ; 95%  $CI=1,77-2,82$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.11. berikut :

**Tabel 4.11.** Hubungan riwayat menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah dengan kejadian goiter

Menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- $p$	RR (95%CI)
Ya	14 (26,4%)	0 (0,0%)	0,0001	2,23 (1,77-2,82)
Tidak	39 (73,6%)	48 (100,0%)		

Pada Tabel 4.11. tampak bahwa proporsi subyek yang orang tuanya menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah pada kelompok kasus 14 (26,4%) sedangkan pada kelompok kontrol 0 (0,0%). Dari penelitian ini, 14 orang tua yang menyemprotkan pestisida tersebut, semuanya memiliki anak (siswa) dengan goiter.

**f. Hubungan riwayat keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter (nilai-

$p=0,001$ ;  $OR=18,55$ ; 95%  $CI=2,34-146,87$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.12. berikut :

**Tabel 4.12.** Hubungan riwayat keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian dengan kejadian goiter

Keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Ya	15 (28,3%)	1 (2,1%)	0,001	18,55 (2,34-146,87)
Tidak	38 (71,7%)	47 (97,9%)		

Pada Tabel 4.12. tampak bahwa proporsi subyek yang ikut terlibat dalam kegiatan pertanian pada kelompok kasus 15 siswa (28,3%) sedangkan pada kelompok kontrol 1 siswa (2,1%).

**g. Hubungan riwayat kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa *tidak ada hubungan* antara kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,170$ ;  $OR=2,52$ ; 95%  $CI=0,82-7,77$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.13. berikut :

**Tabel 4.13.** Hubungan riwayat kebiasaan siswa bermain di area pertanian dengan kejadian goiter

Kebiasaan siswa bermain di area pertanian	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Ya	12 (22,6%)	5 (10,4%)	0,170	2,52 (0,82-7,77)
Tidak	41 (77,4%)	43 (89,6%)		

Pada Tabel 4.13. tampak bahwa proporsi subyek yang memiliki kebiasaa bermain di area pertanian pada kelompok kasus 12 siswa (22,6%) sedangkan pada kelompok kontrol 5 siswa (10,4%).

**h. Hubungan riwayat kebiasaan siswa berkunjung/main ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan siswa berkunjung / main ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,002$ ;  $RR=2,14$ ; 95%  $CI=1,72-2,67$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.14. berikut :

**Tabel 4.14.** Hubungan riwayat kebiasaan siswa berkunjung/main ke toko obat pertanian dengan kejadian goiter

Kebiasaan siswa berkunjung ke toko obat pertanian	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- $p$	RR (95%CI)
Ya	11 (20,8%)	0 (0,0%)	0,002	2,14 (1,72-2,67)
Tidak	42 (79,2%)	48 (100,0%)		

Pada Tabel 4.14. tampak bahwa proporsi kebiasaan siswa berkunjung/main ke toko obat pertanian pada kelompok kasus 11 (20,8%) sedangkan pada kelompok kontrol 0 (0,0%).

**i. Hubungan riwayat kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa *tidak ada hubungan* antara kebiasaan siswa makan lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,133$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.15. berikut :

**Tabel 4.15.** Hubungan riwayat kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci dengan kejadian goiter

Kebiasaan makan lalapan tanpa dicuci	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Ya	8 (15,1%)	2 (4,2%)	0,133	4,089 (0,823-20,314)
Tidak	45 (84,9%)	46 (95,8%)		

Pada Tabel 4.15. tampak bahwa proporsi kebiasaan siswa memakan lalapan tanpa dicuci pada kelompok kasus 8 anak (15,1%) sedangkan pada kelompok kontrol 2 anak (4,2%).

**j. Hubungan riwayat kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian dengan kejadian goiter**

Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa *tidak ada hubungan* antara kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,152$ ). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.16. berikut:

**Tabel 4.16.** Hubungan riwayat kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian dengan kejadian goiter

<b>Kebiasaan tdk mencuci tangan dr keg pertanian</b>	<b>Kasus (n=53)</b>	<b>Kontrol (n=48)</b>	<b>Nilai-<math>p</math></b>	<b>OR (95%CI)</b>
Ya	6 (11,3%)	1 (2,1%)	0,152	6,0 (0,695-51,781)
Tidak	47 (88,7%)	47 (97,9%)		

Pada Tabel 4.16. tampak bahwa proporsi kebiasaan siswa tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian pada kelompok kasus 6 anak (11,3%) sedangkan pada kelompok kontrol 1 anak (2,1%).

**k. Hubungan riwayat kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan dengan kejadian goiter**

Dalam penelitian ini, hasil uji *Chi-square* membuktikan ada hubungan bermakna antara kebiasaan siswa yang tidak menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan, memiliki risiko relatif kejadian goiter sebesar 0,44 kali ( $p = 0,026$ ;  $RR = 0,44$ ;  $95\% \text{ CI} = 0,35 - 0,55$ ). Maknanya bahwa, tidak menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan untuk siswa menjadi

faktor protektif terhadap kejadian goiter. Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.17. berikut :

**Tabel 4.17.** Hubungan riwayat kebiasaan siswa menggunakan plastik sebagai wadah/ pembungkus makanan dengan kejadian goiter

Kebiasaan siswa menggunakan plastik	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai-p	RR (95%CI)
Ya	53 (100,0%)	42 (87,5%)	0,026	0,44 (0,35-0,55)
Tidak	0 (0,0%)	6 (12,5%)		

#### l. Hubungan antara status gizi dengan kejadian goiter

Dalam penelitian ini, hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa *tidak ada hubungan* (bukan merupakan faktor risiko) antara status gizi dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,90$ ; OR=1,39; 95% CI=0,35-5,53). Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 4.18. berikut :

**Tabel 4.18.** Hubungan antara status gizi dengan kejadian goiter

Status gizi siswa	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai-p	OR (95%CI)
Kurus	48 (92,3%)	43 (89,6%)	0,90	1,39 (0,35-5,53)
Normal	4 (7,7%)	5 (10,4%)		

#### m. Hubungan antara variabel perancu dengan kejadian goiter

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran dua variabel yang diduga merupakan perancu, meliputi riwayat pajanan asap obat nyamuk dan riwayat pajanan asap rokok (perokok pasif). Dari kedua variabel perancu tersebut, hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa keduanya mempunyai hubungan yang bermakna dengan kejadian goiter, dengan nilai- $p=0,0001$  untuk riwayat pajanan asap obat nyamuk dan nilai- $p=0,015$  untuk riwayat pajanan asap rokok. Hasil uji

*Chi-square*, perhitungan OR dan 95% CI untuk masing-masing variabel perancu tersebut disajikan pada Tabel 4.19. berikut :

**Tabel 4.19.** Hasil uji *Chi-square* variabel-variabel perancu dengan kejadian goiter

Variabel	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
<b>Riwayat pajanan asap obat nyamuk</b>				
Ya	42 (79,2%)	20 (41,7%)	0,0001	5,3 (2,2-12,9)
Tidak	11 (20,8%)	28 (58,3%)		
<b>Riwayat pajanan asap rokok</b>				
Ya	47 (88,7%)	32 (66,7%)	0,015	3,9 (1,4-11,1)
Tidak	6 (11,3%)	16 (33,3%)		

**n. Hubungan riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter**

Pada penelitian ini, adanya riwayat pajanan pestisida pada subyek diukur dengan menanyakan 6 kriteria: keterlibatan subyek dalam kegiatan pertanian, kebiasaan subyek bermain di area pertanian, kebiasaan subyek berkunjung ke toko ‘obat pertanian’, kebiasaan orang tua subyek menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua subyek menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan kebiasaan orang tua subyek menyimpan pestisida di rumah. Adanya pajanan pestisida apabila minimal ada 1 kriteria tersebut di atas. Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (nilai-*p*=0,0001; OR=8,46; 95% CI=3,07-23,27).

**Tabel 4.20.** Hubungan riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter

Riwayat pajanan pestisida	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
Ya	29 (54,7%)	6 (12,5%)	0,0001	8,46 (3,07-23,27)
Tidak	24 (45,3%)	42 (87,5%)		



Pada Tabel 4.20. tampak bahwa proporsi subyek dengan riwayat pajanan pestisida pada kelompok kasus sebanyak 29 siswa (54,7%) lebih besar dibanding pada kelompok kontrol sebanyak 6 siswa (12,5%).

**o. Hubungan derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter**

Derajat pajanan pestisida ditentukan dengan kriteria pajanan: berat, ringan dan tidak terpajan. **Pajanan berat** bila subyek memiliki minimal 4 dari 6 kriteria riwayat pajanan pestisida (keterlibatan subyek dalam kegiatan pertanian, kebiasaan subyek bermain di area pertanian, kebiasaan subyek berkunjung ke toko ‘obat pertanian’, kebiasaan orang tua subyek menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua subyek menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan kebiasaan orang tua subyek menyimpan pestisida di rumah). **Pajanan ringan** bila subyek memiliki 1 - 3 kriteria dari 6 kriteria pajanan pestisida. **Tidak termasuk kriteria pajanan** atau **“Tidak terpajan”** bila subyek tidak memiliki semua kriteria tersebut. Hasil uji *Chi-square* variabel derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (variabel tidak terpajan sebagai referensi) ditampilkan dalam Tabel 4.21. berikut:

**Tabel 4.21.** Hubungan derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter ( $n=101$ )

Derajat pajanan pestisida	Kasus (n=53)	Kontrol (n=48)	Nilai- <i>p</i>	RR (95%CI)
Berat	15 (28,3%)	0 (13,3%)	0,0001	2,75 (1,99-3,78)
Ringan	14 (26,4%)	6 (12,5%)	0,017	1,93 (1,39-12,02)
“Tidak terpajan”	24 (45,3%)	42 (87,5%)		(Referensi)

Dari Tabel 4.21. terlihat bahwa uji *Chi-square* dengan variabel **“Tidak pajanan”** sebagai referensinya, maka pada pajanan berat, hubungan ini dinilai bermakna ( $p=0,0001$ ) dan  $RR=2,75$  (95%CI = 1,99-3,78). Pada pajanan ringan juga

bermakna ( $p=0,017$ ) dan  $RR=1,93$  ( $95\%CI=1,39-12,02$ ), hal ini menunjukkan bahwa pajanan ringanpun sudah cukup untuk menjadi faktor risiko goiter. Ini menunjukkan adanya *dose-respons* karena Risiko Relatif (RR) pada kategori derajat pajanan berat lebih tinggi daripada kategori pajanan ringan.

Adapun distribusi variabel derajat pajanan pestisida dan variabel *grade* goiter adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.22.** Distribusi *grade* goiter dan derajat pajanan pestisida (n=101)

Derajat pajanan pestisida	Grade			Total
	Grade 0	Grade 1	Grade 2	
Berat	0 (0,0%)	4 (14,8%)	11 (42,3%)	15 (14,9%)
Ringan	6 (12,5%)	6 (22,2%)	8 (30,8%)	20 (19,8%)
“Tdk terpajan”	42 (87,5%)	17(63,0%)	7 (26,9%)	66 (65,3%)
<b>Total</b>	48 (100%)	27 (100%)	26 (100%)	101 (100%)

Dari Tabel 4.22. tersebut tampak bahwa dari 15 siswa yang mendapatkan pajanan pestisida dengan derajat berat (variabel kategorikal) ada 11 siswa (73,3%) yang digradasikan sebagai *grade* 2. Sementara dari 20 siswa yang mendapatkan pajanan pestisida ringan hanya 8 siswa (40%) yang digradasikan sebagai *grade* 2.

## 5. Analisis Multivariat (n=101)

Hasil uji regresi logistik multivariat membuktikan bahwa dengan memperhitungkan variabel riwayat pajanan asap rokok dan riwayat pajanan asap obat nyamuk, riwayat pajanan pestisida merupakan faktor risiko kejadian goiter (Nilai  $p=0,001$ ;  $OR=6,81$ ;  $95\% CI=2,26-20,47$ ). Hasil uji multivariat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.23. berikut:

**Tabel 4.23.** Hasil analisis uji multivariat variabel riwayat pajanan pestisida, riwayat pajanan asap obat nyamuk dan riwayat pajanan asap rokok.

Variabel	B	Wald	Nilai- <i>p</i>	OR (95% CI)
Riwayat pajanan pestisida	1,918	11,650	0,001	6,81 (2,26-20,47)
Riwayat pajanan asap obat nyamuk	1,600	10,200	0,001	4,95 (1,86-13,22)
Riwayat pajanan asap rokok	0,837	1,974	0,160	2,31 (0,72-7,42)
<i>Constant</i>	-2,134	11,533	0,001	

Dengan memperhitungkan pajanan pajanan asap obat nyamuk dan pajanan asap rokok, pajanan pestisida merupakan faktor risiko kejadian gondok pada murid SD di wilayah penelitian (nilai  $p=0,001$ ; OR=6,81; 95% CI=2,26-20,47) atau dengan kalimat lain terbukti ada hubungan antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter pada siswa SD di wilayah penelitian.

Untuk meningkatkan validitas data penelitian, khususnya untuk memastikan jenis gangguan fungsi tiroid yang terjadi dan kepastian tentang adanya riwayat pajanan pestisida dilakukan pemeriksaan fisik, yakni pemeriksaan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan pemeriksaan laboratorium, yang meliputi pemeriksaan kadar TSH, kolinesterase, kadar ekskresi iodium urin (EIU), kadar tiosianat urin, selenium dan hemoglobin (Hb). Pemeriksaan fisik dan laboratorium ini dilakukan pada 66 subyek, terdiri dari 36 subyek kelompok kasus dan 30 subyek kelompok kontrol. Data hasil penelitian pada kelompok  $n=66$  ini adalah sebagai berikut:

## 6. Analisis Univariat ( $n=66$ )

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa rerata kadar IMT kelompok kasus ( $15,47 \pm 2,33$ ) lebih rendah dibanding pada kelompok kontrol ( $16,12 \pm 2,82$ ), namun perbedaan tersebut tidak bermakna (nilai- $p=0,249$ ). Rerata kadar TSH kelompok kasus ( $3,14 \pm 1,43$ ) lebih tinggi dibanding pada kelompok kontrol ( $2,80 \pm 1,69$ ), namun perbedaan tersebut tidak bermakna (nilai- $p=0,370$ ). Sedangkan kadar kolinesterase (Ch.E) pada kelompok kasus ( $9,98 \pm 2,04$ ) cenderung lebih rendah apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol ( $10,16 \pm 1,48$ ) dengan nilai  $p=0,681$ . Sebagaimana diketahui bahwa kadar kolinesterase yang rendah adalah biomarker untuk membuktikan adanya pajanan pestisida golongan organofosfat dan golongan karbamat. Kadar iodium urin (EIU) karena ada nilai ekstrim maka dipakai nilai median, nilai median dalam kelompok kasus ( $347,50 \pm 37,95$ ) lebih tinggi daripada kelompok kontrol ( $343,50 \pm 23,83$ ) perbedaan ini dinilai tidak bermakna ( $p=0,064$ ). Untuk variabel kadar tiosianat urin, tidak terbukti ada perbedaan bermakna rerata kadar tiosianat urin antara kelompok kasus ( $2,09 \pm 1,07$ ) dengan kelompok kontrol ( $1,96 \pm 1,06$ ) nilai  $p=0,625$ . Rerata kadar Hb kelompok kasus ( $12,90 \pm 1,36$ ) lebih tinggi dibanding pada kelompok kontrol ( $12,74 \pm 1,87$ ), namun perbedaan tersebut tidak bermakna (nilai- $p=0,690$ ). Sedangkan untuk variabel selenium, pemeriksaan hanya dilakukan pada 30 subyek dengan rincian: 10 subyek dengan goiter grade 2, 10 subyek dengan goiter grade 1 dan 10 subyek dengan goiter grade 0. Hasil pemeriksaan rerata kadar selenium terdapat perbedaan bermakna pada kelompok kasus ( $49,34 \pm 22,87$ ) dan pada kelompok kontrol ( $28,21 \pm 25,05$ ) nilai  $p=0,028$ . Perbandingan hasil pemeriksaan fisik dan pemeriksaan laboratorium secara lengkap disajikan pada Tabel 4.24. berikut ini :

**Tabel 4.24.** Perbandingan hasil pemeriksaan fisik dan laboratorium antara kelompok kasus dan kontrol ( $n=66$ )

Variabel	Rerata $\pm$ SD Kasus ( $n=36$ )	Kisaran Kasus ( $n=36$ )	Rerata $\pm$ SD Kontrol ( $n=30$ )	Kisaran Kontrol ( $n=30$ )	Nilai- $p$
IMT ( $\text{kg/m}^2$ )	15,47 $\pm$ 2,33	11,94-23,72	16,12 $\pm$ 2,82	13,12-27,71	0,294 <sup>a</sup>
TSH ( $\mu\text{IU/L}$ )	3,14 $\pm$ 1,43	0,92-6,88	2,80 $\pm$ 1,69	0,47-6,54	0,370 <sup>b</sup>
Ch.E ( $\mu\text{kat/L}$ )	9,98 $\pm$ 2,04	7,40-16,50	10,16 $\pm$ 1,48	7,80-13,80	0,681 <sup>b</sup>
EIU ( $\mu\text{g/L}$ )	347,50 $\pm$ 37,95	192,0-349,0	343,50 $\pm$ 23,83	245,0-348,0	0,064 <sup>a</sup>
Tiosianat urin ( $\mu\text{g/dl}$ )	2,09 $\pm$ 1,07	0,67-4,64	1,96 $\pm$ 1,06	0,57-3,81	0,625 <sup>b</sup>
Hb ( $\text{mg/dl}$ )	12,90 $\pm$ 1,36	9,90-16,10	12,74 $\pm$ 1,87	9,40-18,80	0,690 <sup>b</sup>
Selenium ( $\mu\text{g/dl}$ )	49,34 $\pm$ 22,87	8,18-82,12	28,21 $\pm$ 25,05	4,55-69,74	0,028 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> : Uji *Mann Whitney*; <sup>b</sup> : Uji-*t* tidak berpasangan

## 7. Analisis Bivariat ( $n=66$ )

### a. Hubungan riwayat pajanan pestisida (+ ChE) dengan kejadian goiter

Dengan menggunakan kriteria pajanan pestisida adalah bila subyek memiliki riwayat pajanan pestisida dan kadar ChE  $< 9,6 \mu\text{IU/L}$ , hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa ada hubungan bermakna antara pajanan pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ; OR=13,82; 95% CI=3,85-49,57). Hasil uji tersebut ditampilkan pada Tabel 4.25. berikut ini:

**Tabel 4.25.** Hubungan riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter ( $n=66$ )

Riwayat pajanan pestisida (+ChE)	Kasus ( $n=36$ )	Kontrol ( $n=30$ )	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Ya	32 (88,9%)	11 (36,7%)	0,0001	13,82 (3,82-49,57)
Tidak	4 (11,1%)	19 (63,3%)		

Pada Tabel 4.25. terlihat bahwa proporsi riwayat pajanan pestisida pada kelompok kasus (32 subyek) lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol (11 subyek).

**b. Hubungan derajat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter**

Derajat pajanan pestisida ditentukan dengan kriteria pajanan: berat, ringan dan tidak terpajan. **Pajanan berat** bila subyek memiliki minimal 4 dari 6 kriteria riwayat pajanan pestisida (keterlibatan subyek dalam kegiatan pertanian, kebiasaan subyek bermain di area pertanian, kebiasaan subyek berkunjung ke toko ‘obat pertanian’, kebiasaan orang tua subyek menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua subyek menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan kebiasaan orang tua subyek menyimpan pestisida di rumah) dan nilai kadar Ch.E < 9,6 µIU/L. **Pajanan ringan** bila subyek memiliki 1 - 3 kriteria dari 6 kriteria pajanan pestisida dan kadar Ch.E < 9,6 µIU/L. **Tidak termasuk kriteria terpajan** atau **“Tidak terpajan”** bila subyek tidak memiliki semua kriteria tersebut. Hasil uji *Chi-square* variabel derajat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (variabel tidak terpajan sebagai referensi) ditampilkan dalam Tabel 4.26. berikut:

**Tabel 4.26.** Hubungan derajat pajanan pestisida (+ChE) dengan kejadian goiter (n=66)

Derajat pajanan pestisida (+ChE)	Kasus (n=36)	Kontrol (n=30)	Nilai-p	OR (95%CI)
Berat	8 (22,2%)	4 (13,3%)	0,007	9,5 (1,89-47,69)
Ringan	24 (66,7%)	7 (23,3%)	<b>0,0001</b>	<b>16,29 (4,15-63,96)</b>
“Tidak terpajan”	4 (11,1%)	19 (63,3%)		(Referensi)

Dari Tabel 4.26. terlihat bahwa uji *Chi-square* (Fisher’s Exact Test) derajat pajanan berat dengan variabel **“Tidak terpajan”** sebagai referensinya, maka hubungan ini dinilai bermakna ( $p=0,007$ ) dan  $OR=9,5$  (95%CI = 1,89-47,69). Pada pajanan ringan juga bermakna ( $p=0,0001$ ) dan  $OR=16,29$  (95%CI = 4,15-

63,96), hal ini menunjukkan bahwa pajanan ringanpun sudah memberikan risiko goiter.

Adapun distribusi variabel derajat pajanan pestisida (+ChE) dan variabel grade goiter adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.27.** Distribusi variabel derajat pajanan pestisida (+ChE) dan variabel grade goiter

Derajat pajanan pestisida (+ChE)	Grade			Total
	Grade 0	Grade 1	Grade 2	
Berat	4 (13,3%)	1 (5,3%)	7 (41,2%)	12 (18,2%)
Ringan	7 (23,3%)	15 (78,9%)	9 (52,9%)	31 (47,0%)
“Tdk terpajan”	19 (63,3%)	3 (15,8%)	1 (5,9%)	23 (34,8%)
<b>Total</b>	30 (100%)	19 (100%)	17 (100%)	66 (100%)

Dari Tabel 4.27. tersebut tampak bahwa dari 12 subyek yang mendapatkan pajanan pestisida dengan derajat berat (variabel kategorikal) ada 7 sampel yang digradasikan sebagai *grade 2* atau 58,3% sedangkan dari 31 subyek yang mendapatkan pajanan ringan ada 9 subyek dengan *grade 2* atau 29%.

#### c. Hubungan antara kadar iodium urin dengan kejadian goiter

Dengan menggunakan batasan nilai laboratorium dengan kriteria kadar iodium urin tinggi bila  $> 299 \mu\text{g/dl}$  dan normal bila  $\leq 299 \mu\text{g/dl}$ , hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara kadar iodium urin yang tinggi dengan kejadian goiter ( $p=1,00$ ;  $\text{OR}=0,95$ ;  $95\% \text{CI}=0,23-3,92$ ). Hasil uji tersebut ditampilkan pada Tabel 4.28. berikut ini:

**Tabel 4.28.** Hubungan antara kadar iodium urin dengan kejadian goiter ( $n=66$ )

Kadar iodium urin	Kasus ( $n=36$ )	Kontrol ( $n=30$ )	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Tinggi ( $>299 \mu\text{g/L}$ )	31 (86,1%)	26 (90,0%)	1,00	0,95 (0,23-3,92)
Normal ( $\leq 299 \mu\text{g/L}$ )	5 (13,9%)	4 (10,0%)		

**d. Hubungan antara kadar tiosianat urin dengan kejadian goiter**

Dengan menggunakan batasan nilai laboratorium dengan kriteria kadar tiosianat urin tinggi bila  $> 2 \text{ mg/ml}$  dan normal bila  $\leq 2 \text{ mg/ml}$ , hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara kadar tiosianat urin dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,909$ ; OR=1,2; 95% CI=0,45-3,21). Hasil uji tersebut ditampilkan pada Tabel 4.29. berikut ini:

**Tabel 4.29.** Hubungan antara kadar tiosianat urin dengan kejadian goiter ( $n=66$ )

Kadar tiosianat urin	Kasus ( $n=36$ )	Kontrol ( $n=30$ )	Nilai- $p$	OR (95%CI)
Tinggi ( $>2\text{mg/ml}$ )	16 (44,4%)	12 (40,0%)	0,909	1,2 (0,45-3,21)
Normal ( $\leq 2\text{mg/ml}$ )	20 (55,6%)	18 (60,0%)		

**e. Hubungan riwayat pajanan asap rokok dengan kadar tiosianat urin**

Rerata kadar tiosianat urin pada kelompok siswa dengan riwayat pajanan asap rokok ( $2.098 \pm 1,095$ ) lebih tinggi dibanding pada kelompok siswa tanpa riwayat pajanan asap rokok ( $1,766 \pm 0,897$ ), namun hasil uji- $t$  tidak berpasangan menunjukkan perbedaan tersebut tidak bermakna (nilai- $p=0,301$ ). Hasil uji- $t$  tidak berpasangan riwayat pajanan asap rokok dengan rerata kadar tiosianat urin ditampilkan pada Tabel 4.30. berikut ini:



**Tabel 4.30.** Perbedaan rerata kadar tiosianat urin dengan parameter riwayat pajanan asap rokok

Riwayat pajanan asap rokok	Rerata kadar tiosianat urin (SD)/median	Kisaran	Nilai- <i>p</i>
Ya	(2.098±1,095) / 1,800	0,630-4,640	0,301
Tidak	(1,766±0,897) / 1,550	0,570-3,140	

**f. Hubungan antara kadar selenium dengan kejadian goiter**

Dengan menggunakan batasan nilai laboratorium dengan kriteria kadar selenium rendah < 10 µg/dl dan normal bila  $10 \leq \text{Se} < 100$  µg/dl, hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara kadar selenium dengan kejadian goiter (nilai-*p*=0,184; OR=0,12; 95% CI=0,01-1,39). Hasil uji tersebut ditampilkan pada Tabel 4.31. berikut ini:

**Tabel 4.31.** Hubungan antara kadar tiosianat urin dengan kejadian goiter (*n*=66)

Kadar tiosianat urin	Kasus (n=20)	Kontrol (n=10)	Nilai- <i>p</i>	OR (95%CI)
Rendah (< 10 µg/dl)	1 (5,0%)	3 (30,0%)	0,184	0,12 (0,01-1,39)
Normal (10≤Se<100 µg/dl)	19 (95,0%)	7 (70,0%)		

**8. Analisis Multivariat (*n*=66)**

Hasil uji regresi logistik multivariat membuktikan bahwa dengan memperhitungkan variabel riwayat pajanan asap obat nyamuk dan pajanan asap rokok, riwayat pajanan pestisida merupakan faktor risiko kejadian goiter dengan nilai OR tertinggi (Nilai *p*=0,001; OR=11,63; 95% CI=2,78-48,63). Hasil uji regresi logistik multivariat disajikan pada Tabel 4.32. berikut :

**Tabel 4.32.** Hasil uji multivariat hubungan pajanan pestisida dengan kejadian goiter dengan memperhitungkan variabel perancu ( $n=66$ )

Variabel	B	Wald	Nilai-p	OR (95% CI)
Pajanan pestisida	2,45	11,31	0,001	11,63 (2,78-48,63)
Pajanan asap obat nyamuk	1,77	6,78	0,009	5,86 (1,55-21,16)
Pajanan asap rokok	1,33	2,24	0,134	3,79 (0,66-21,68)
Constant	-3,61	10,98	0,001	

## 9. PROBABILITAS

Dari data hasil uji multivariat tersebut diatas, maka probabilitas (risiko) individu untuk mengalami kejadian goiter berdasarkan nilai-nilai prediktor dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

### a. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa terpajan pestisida, asap obat nyamuk dan asap rokok

Probabilitas terjadinya goiter pada penelitian ini jika anak mengalami pajanan pestisida, pajanan asap rokok dan pajanan obat nyamuk bakar adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 2,45(1) + 1,33(1) + 1,77(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{1,144} = 0,874$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang mengalami pajanan pestisida, asap obat nyamuk dan asap rokok adalah sebesar 87,4 %.

**b. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa terpajan pestisida dan asap obat nyamuk**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak mengalami pajanan pestisida dan pajanan asap obat nyamuk adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 2,45(1) + 1,77(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{1,544} = 0,648$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang mengalami pajanan pestisida dan pajanan asap obat nyamuk adalah sebesar 64,8 %.

**c. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa terpajan pestisida dan asap rokok**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak mengalami pajanan pestisida dan pajanan asap rokok adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 2,45(1) + 1,33(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{1,844} = 0,542$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang mengalami pajanan pestisida dan pajanan asap rokok adalah sebesar 54,2 %.

**d. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa terpajan asap obat nyamuk dan asap rokok**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak mengalami pajanan pajanan asap obat nyamuk dan asap rokok adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 1,33(1) + 1,77(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{2,663} = 0,376$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang mengalami pajanan asap rokok dan pajanan asap obat nyamuk adalah sebesar 37,6 %.

**e. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa hanya terpajan pestisida**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak hanya mengalami pajanan pestisida adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 2,45(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{3,357} = 0,298$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang hanya mengalami pajanan pestisida adalah sebesar 29,8 %.

**f. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa hanya terpajan asap obat nyamuk**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak hanya mengalami pajanan asap obat nyamuk adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 1,77(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{7,261} = 0,138$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang mengalami pajanan asap obat nyamuk adalah sebesar 13,8 %.

**g. Probabilitas terjadinya goiter apabila siswa hanya terpajan asap rokok**

Probabilitas terjadinya goiter jika anak hanya mengalami pajanan asap rokok adalah :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-[-3,61 + 1,33(1)]}}$$

$$p = \frac{1}{10,71} = 0,093$$

Artinya, kemungkinan terjadinya goiter pada anak yang hanya mengalami pajanan asap rokok adalah sebesar 9,3 %.

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### I. Pembahasan pada sampel n=101

Gangguan pada kelenjar tiroid (kejadian goiter) dapat dipengaruhi oleh :

##### 1. Riwayat pajanan pestisida (pada n=101)

Gangguan pada kelenjar tiroid (kejadian goiter) akibat pajanan pestisida dapat melalui:

- a. Hambatan terhadap proses pengikatan hormon tiroid (HT) oleh reseptor tiroid (TR) di dalam sel
- b. Hambatan terhadap proses deiodinasi di tingkat perifer
- c. Hambatan terhadap proses deiodinasi di tingkat hati

Ketiga hambatan tersebut akan berdampak pada kurangnya kadar hormon tiroid. Kejadian ini akan merangsang kelenjar hipofisis untuk memproduksi hormon *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) yang akan memacu kelenjar tiroid untuk memproduksi HT. Hal ini akan menyebabkan terjadinya hipertrofi kelenjar tiroid (goiter).

Pajanan pestisida terutama golongan Organofosfat juga dapat menghambat aksi *Cholinesterase* (ChE) dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Disamping itu, pajanan pestisida juga akan mengganggu fungsi hati sehingga metabolisme hormon tiroid akan terganggu. Dalam penelitian ini, riwayat pajanan pestisida pada siswa ditelusuri lewat wawancara dan pemeriksaan kadar kolinesterase darah. Data dari hasil wawancara tentang riwayat pajanan pestisida setelah diuji statistik, ternyata ada beberapa variabel yang terbukti tidak bermakna ( $p > 0,05$ ) yaitu: kebiasaan siswa bermain di area pertanian ( $p = 0,170$ ), kebiasaan

makan lalapan tanpa dicuci ( $p = 0,133$ ) dan kebiasaan tidak mencuci tangan setelah dari kegiatan pertanian ( $p = 0,152$ )

Sedangkan variabel faktor risiko yang terbukti bermakna adalah :

a. Pekerjaan orang tua siswa

Para orang tua siswa yang bekerja sebagai petani/buruh tani mengatakan bahwa mereka bekerja sebagai petani/buruh tani dimulai sebelum anaknya/siswa dilahirkan. Bahkan banyak juga diantara mereka yang sudah berprofesi sebagai petani/buruh tani sejak mereka masih remaja. Diasumsikan bahwa pekerjaan orang tua yang berhubungan dengan pertanian pastinya akan ada keterlibatan dengan pestisida. Keterlibatan ini juga mungkin berdampak pada kontakannya anak dengan pestisida. Ternyata ayah siswa yang bekerja sebagai petani pemilik dan buruh tani memiliki proporsi kasus goiter pada anaknya (7,5%) dan (32,1%) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (2,1%) dan (10,4). Sedangkan ibu siswa yang bekerja sebagai petani pemilik dan buruh tani memiliki proporsi kasus goiter pada anaknya (7,5%) dan (26,4%) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (2,1%) dan (10,4).

Apabila jenis pekerjaan orang tua siswa (ayah atau ibu siswa) dibuat data kategorikal sebagai **petani/buruh tani**, sedangkan jenis pekerjaan yang lain dibuat data kategorikal **bukan petani/buruh tani**, maka hasil uji *Chi-Square* jenis pekerjaan orang tua dengan kejadian goiter dinilai bermakna dengan nilai  $p=0,007$  dan  $OR=3,83$  (95%CI=1,51-9,75). Dari hasil uji statistik ini disimpulkan bahwa siswa yang memiliki orang tua yang bekerja petani/buruh tani memiliki risiko kejadian goiter sebesar 3,83 kali daripada yang bukan petani/buruh tani.

b. Ada atau tidaknya pestisida di rumah orang tua siswa

Sebagian besar tingkat pendidikan penduduk pada wilayah penelitian ini adalah tidak tamat SD dan tamat SD. Pengetahuan orang tua siswa dalam penyimpanan pestisida di rumah dengan cara yang aman, mungkin rendah. Sehingga sangat mungkin penyimpanan pestisida di rumah akan menimbulkan kontak pada anaknya (siswa yang diteliti). Ternyata dari 20 orang tua siswa yang menyimpan pestisida di rumah, didapatkan kasus goiter 19 siswa (35,8% dari total kasus  $n=53$ ) dan kelompok kontrol hanya 1 siswa (2,1% dari total kontrol  $n=48$ ). Secara statistik hubungan tersebut bermakna ( $p=0,0001$ ) dan sebagai faktor risiko ( $OR=26,27$  ; 95%  $CI=3,35-205,81$ ).

c. Formulasi/pencampuran jenis pestisida

Membuktikan bahwa ada hubungan antara kebiasaan mencampurkan jenis pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,02$ ;  $OR=11,06$ ; 95% $CI=1,32-92,61$ ) untuk pencampuran 3 atau lebih pestisida dan (nilai- $p=0,001$ ;  $RR=2,38$ ; 95%  $CI=1,84-3,08$ ) untuk penggunaan 1-2 macam pestisida. Disimpulkan bahwa siswa yang orang tuanya menggunakan pestisida campuran sebanyak 3 atau lebih memiliki risiko terkena goiter 11,06 kali.

d. Menyimpan hasil panen di rumah

Pada saat harga bawang merah pasca panen rendah, para petani lebih memilih bawang tersebut untuk dijadikan bibit. Seringkali bawang tersebut disimpan di dalam rumah dalam posisi tergantung di langit-langit rumah. Bawang bibit bisa digunakan untuk keperluan sendiri atau dijual. Harga bawang bibit lebih tinggi daripada harga saat bawang tersebut baru dipanen. Dalam hal ini, sangat mungkin adanya residu pestisida di bawang tersebut yang bisa memajani penghuni rumah tersebut. Dalam penelitian ini, ternyata dari 23 orang tua siswa



yang menyimpan hasil panen di rumah, didapatkan kasus goiter 21 (39,6% dari total kasus  $n=53$ ) dan kelompok kontrol hanya 2 siswa (4,2% dari total kontrol  $n=48$ ). Secara statistik hubungan tersebut bermakna ( $p=0,0001$ ) dan sebagai faktor risiko ( $OR=15,09$  ; 95%  $CI=3,31-68,94$ ).

e. Menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah

Menyemprotkan pestisida pada bawang hasil panen untuk dijadikan bibit dimaksudkan agar bawang tersebut tidak mudah membusuk karena terserang jamur atau insekta. Kalau hal itu terjadi, berarti pajanan pestisida pada penghuni rumah tersebut akan semakin kuat. Dalam penelitian ini, ternyata dari 14 orang tua siswa yang menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah, didapatkan kasus goiter 14 siswa (100,0%) kontrol 0 siswa (0,0%). Secara statistik hubungan tersebut bermakna ( $p=0,0001$ ) dan sebagai faktor risiko ( $RR=2,23$  ; 95%  $CI=1,77-2,82$ ).

f. Keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian

Siswa yang terlibat dalam kegiatan pertanian, baik membantu orang tua atau orang lain, juga akan berpeluang pada siswa tersebut untuk mendapatkan pajanan pestisida. Dalam penelitian ini, ternyata dari 16 siswa yang terlibat dalam kegiatan pertanian, didapatkan kasus goiter 15 (28,3% dari total kasus  $n=53$ ) dan kelompok kontrol hanya 1 siswa (2,1% dari total kontrol  $n=48$ ). Secara statistik hubungan tersebut bermakna ( $p=0,001$ ) dan sebagai faktor risiko ( $OR=18,55$  ; 95%  $CI=2,34-146,87$ ).

g. Kebiasaan berkunjung ke toko obat pertanian

Data yang diambil dari kegiatan ini adalah adanya dugaan riwayat pajanan pestisida pada siswa pada saat membelikan obat pertanian atau siswa tersebut sering bermain di toko obat pertanian. Dalam penelitian ini, ternyata dari 11

siswa yang memiliki kebiasaan berkunjung ke toko obat pertanian, didapatkan kasus goiter 11 siswa (100,0%) kontrol 0 siswa (0,0%). Secara statistik hubungan tersebut bermakna ( $p=0,002$ ) dan sebagai faktor risiko dengan nilai  $RR=2,14$  dan  $95\% CI=1,72-2,67$ .

2. Kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan

Siswa yang memiliki kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanannya yang masih panas akan berpeluang terkena goiter. Adalah bisfenol-A (BPA) senyawa yang banyak terdapat dalam plastik dapat menekan fungsi tiroid melalui gangguan pada proses transkripsi reseptor tiroid (TR) sehingga mekanisme ikatan tiroid dengan reseptor tersebut terganggu. Dalam penelitian ini, siswa yang tidak memiliki kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanannya yang masih panas memiliki risiko relatif kejadian goiter sebesar 0,44 kali daripada siswa yang memiliki kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanannya. Artinya, tidak memiliki kebiasaan menggunakan plastik sebagai wadah/pembungkus makanan merupakan faktor protektif terhadap kejadian goiter.

3. Pemeriksaan status gizi (IMT) pada sampel  $n=101$

Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh status gizi yang buruk. Status gizi kurang atau buruk akan berisiko pada biosintesis hormon tiroid karena kurangnya *TBP (Thyroxin binding Protein)*, sehingga sintesis hormon tiroid akan berkurang. Secara teoritis cadangan lemak merupakan tempat penyimpanan yodium sehingga pada anak yang cadangan lemaknya sangat sedikit kadar yodiumnya pun rendah.

Pada penelitian ini, nilai IMT pada kelompok kasus ( $15,473 \pm 2,325$ )  $\text{kg/m}^2$  cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol yang bernilai ( $16,117 \pm 2,816$ )  $\text{kg/m}^2$ . Data IMT tersebut berdistribusi tidak normal, dan hasil uji

beda rerata *Mann Whitney* dianggap tidak bermakna ( $p=0,294$ ). Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa tidak ada hubungan bermakna antara status gizi kurus (kriteria IMT) pada penelitian ini dengan kejadian goiter karena  $p=0,887$  ( $>0,05$ ).

4. Riwayat pajanan asap obat nyamuk (n=101)

Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh asap/semprotan obat nyamuk. Paling tidak ada 4 jenis pestisida didalam asap obat nyamuk yaitu: *Scourge*, *Anvil*, *Permethrin* dan *Malathion*. Dalam penelitian ini, riwayat pajanan asap obat nyamuk dinilai bermakna sebagai faktor risiko kejadian goiter dengan nilai  $p=0,0001$  dan  $OR=5,3$  (95%  $CI=2,2-12,9$ ) artinya anak yang terpajan asap obat nyamuk memiliki faktor risiko untuk menjadi goiter 5,3 kali daripada anak yang tidak terpajan asap obat nyamuk. Penelitian lanjut yang lebih rinci mungkin diperlukan untuk mengetahui kuatnya hubungan faktor risiko ini.

5. Riwayat pajanan asap rokok (n=101)

Gangguan tiroid dapat dipengaruhi oleh asap rokok. Ada beberapa mekanisme dimana merokok mempengaruhi kadar hormon tiroid. Asap tembakau mengandung beberapa racun seperti *tiosianat* dan *2,3 - hydroxypyridine*. Tiosianat telah terbukti menjadi potensi goitrogen. Pada sisi lain, *2,3 - Hydroxypyridine*, menghambat deiodinasi tiroksin dengan membatasi aktivitas deiodinasi *iodothyronine*. Dalam penelitian ini, riwayat pajanan asap rokok dinilai bermakna sebagai faktor risiko kejadian goiter dengan nilai  $p=0,015$  dan  $OR=3,9$  (95% $CI=1,4-11,1$ ) artinya anak yang terpajan asap rokok memiliki faktor risiko untuk menjadi goiter 3,9 kali daripada anak yang tidak terpajan asap rokok. Penelitian lanjut yang lebih rinci mungkin diperlukan untuk mengetahui kuatnya hubungan faktor risiko ini.

## 6. Paparan pestisida

Pada jumlah sampel 101 siswa, adanya riwayat paparan pestisida pada siswa diukur dengan menanyakan keterlibatan siswa dalam kegiatan pertanian, kebiasaan siswa bermain di area pertanian, kebiasaan siswa berkunjung ke toko 'obat pertanian', kebiasaan orang tua siswa menyimpan hasil panen di rumah, kebiasaan orang tua siswa menyemprotkan pestisida pada hasil panen di rumah dan kebiasaan orang tua siswa menyimpan pestisida di rumah. Hasil uji *Chi-square* pada sampel  $n=101$ , membuktikan bahwa ada hubungan antara riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ; OR=8,46; 95% CI=3,07-23,27). Dari hasil analisis data ini disimpulkan bahwa anak yang terpapar pestisida (sesuai 6 kriteria di atas) berisiko untuk terkena goiter 8,46 kali apabila dibandingkan dengan anak yang tidak terpapar.

Dari hasil uji *Chi-square* terhadap variabel pengganggu, yang dinyatakan bermakna adalah variabel pengganggu kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar dan riwayat paparan asap rokok. Hasil analisis multivariat dengan menggunakan uji regresi logistik multivariat membuktikan bahwa dengan memperhitungkan variabel riwayat paparan asap obat nyamuk dan riwayat paparan asap rokok, riwayat paparan pestisida merupakan faktor risiko kejadian goiter pada murid SD di wilayah penelitian (nilai- $p=0,001$ ; OR=6,81; 95% CI=2,26-20,47) atau dengan kalimat lain terbukti ada hubungan antara riwayat paparan pestisida dengan kejadian gondok pada siswa SD di wilayah penelitian.

Semakin berat derajat paparan semakin berat juga grade goiter yang diderita siswa. Dari 15 sampel yang mendapatkan paparan pestisida dengan derajat berat (variabel kategorikal) ada 11 sampel (73,3%) yang digradasikan sebagai grade 2.

Sementara dari 20 sampel yang mendapatkan pajanan pestisida ringan hanya 8 sampel (40%) yang digradasikan sebagai grade 2.

## **II. Pembahasan pada sampel n=66**

Untuk meningkatkan validitas data penelitian, khususnya untuk memastikan jenis gangguan fungsi tiroid yang terjadi dan kepastian tentang adanya riwayat pajanan pestisida dilakukan pemeriksaan laboratorium, yang meliputi pemeriksaan kadar TSH, kolinesterase (ChE), kadar ekskresi iodium urin (EIU), kadar tiosianat urin, selenium dan hemoglobin (Hb). Pemeriksaan laboratorium ini dilakukan pada 66 subyek, terdiri dari 36 subyek kelompok kasus dan 30 subyek kelompok kontrol.

### **a. Hasil pemeriksaan TSH**

Data nilai TSH berdistribusi normal, rerata nilai TSH pada kelompok kasus lebih tinggi apabila dibandingkan dengan nilai rerata pada kelompok kontrol. Dari hasil ini bisa diasumsikan bahwa pajanan pestisida merupakan faktor risiko hipotiroidisme, walaupun untuk memastikannya perlu juga diperiksa kadar FT3 dan T4. Hasil uji beda rerata dengan uji-*t* tidak berpasangan, perbedaan nilai tersebut tidak bermakna ( $p=0,37$ ).

### **b. Hasil pemeriksaan kolinesterase (ChE)**

Organofosfat menghambat aksi pseudokolinesterase dalam plasma dan kolinesterase (ChE) dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Enzim tersebut secara normal menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Data nilai ChE juga berdistribusi normal. Rerata nilai ChE pada kelompok kasus cenderung lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilainya pada kelompok kontrol. Dari perbedaan nilai rerata ini diasumsikan bahwa pajanan pestisida pada siswa-siswa

tersebut sudah menurunkan kadar ChE di dalam darah mereka, sekalipun hasil uji beda rerata uji-*t* tidak berpasangan dinilai tidak bermakna ( $p=0,681$ ).

c. Hasil pemeriksaan iodium urin (EIU)

Iodium adalah bahan baku pembuatan hormon Tiroksin ( $T_4$ ), sedangkan tempat pembuatannya adalah di dalam kelenjar tiroid. Produksi *Triiodotironine* ( $T_3$ ) tergantung dari hormon tiroksin ( $T_4$ ). Pada kondisi defisiensi iodium, *Hypothalamus* akan merangsang produksi *TSH* (*Thyroid Stimulating Hormon*) untuk menstimulasi kelenjar tiroid memproduksi hormon tiroid. Keadaan seperti ini dapat menyebabkan hipertrofi kelenjar tiroid. Hasil pemeriksaan ekskresi iodium urin (EIU) baik pada kelompok kasus maupun kontrol adalah normal. Nilai median kelompok kasus ( $347,540 \pm 37,945$ )  $\mu\text{g/dl}$  sedangkan nilai median pada kelompok kontrol ( $343,500 \pm 23,834$ )  $\mu\text{g/dl}$ . Hasil uji beda rerata pada nilai ini dianggap tidak bermakna dengan nilai  $p=0,064$ . Sehingga disimpulkan bahwa kejadian goiter pada siswa-siswa tersebut bukan disebabkan karena defisiensi iodium. Hasil uji *Chi-square* membuktikan bahwa tidak ada hubungan antara kadar iodium tinggi dengan kejadian goiter ( $p=0,92$ ). Dari uji *Chi-square* disimpulkan bahwa kadar iodium yang normal merupakan faktor protektif terhadap kejadian goiter ( $OR=0,69$ ).

d. Hasil pemeriksaan tiosianat urin

Tiosianat termasuk dalam senyawa goitrogenik. Senyawa goitrogenik adalah senyawa yang dapat mengganggu struktur dan fungsi hormon tiroid secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung zat goitrogenik menghambat *uptake* iodida anorganik oleh kelenjar tiroid. Tiosianat dan isotiosianat menghambat proses tersebut karena berkompetisi dengan iodium. Data kadar tiosianat urin pada penelitian ini berdistribusi normal. Rerata nilai tiosianat urin pada kelompok kasus lebih tinggi daripada reratanya pada kelompok kontrol. Hasil uji-*t* tidak berpasangan,

uji beda rerata tersebut dinilai tidak bermakna ( $p=0,064$ ). Demikina juga, hasil uji *Chi-square* hubungan kadar tiosianat urin (kategorikal) dengan kejadian goiter dinilai tidak bermakna ( $p=1,000$ ).

Sebagaimana diketahui bahwa asap tembakau mengandung beberapa racun seperti *tiosianat* dan *2,3 - hydroxypyridine*. Tiosianat telah terbukti menjadi potensi goitrogen. Hasil uji beda rerata uji-*t* tidak berpasangan kadar tiosianat urin pada kelompok yang terpajan asap rokok lebih tinggi daripada kelompok yang tidak terpajan asap rokok walaupun uji beda rerata ini dinilai tidak bermakna ( $p=0,301$ ). Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kecenderungan ini.

e. Hasil pemeriksaan hemoglobin (Hb)

Data kadar hemoglobin berdistribusi normal. Uji beda rerata uji-*t* tidak berpasangan menunjukkan bahwa rerata kadar hemoglobin pada kelompok kasus (goiter) sedikit lebih tinggi daripada kelompok kontrol, walaupun uji beda tersebut dinilai tidak bermakna ( $p=0,690$ ). Tetapi rerata kadar hemoglobin relatif lebih rendah pada kelompok yang terpajan pestisida daripada kelompok yang “tidak terpajan”, walaupun uji beda rerata tersebut dinilai tidak bermakna ( $p=0,442$ ). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk membuktikan adanya penurunan kadar hemoglobin akibat pajanan pestisida.

f. Hasil pemeriksaan selenium

Data kadar selenium juga berdistribusi normal. Uji beda rerata uji-*t* tidak berpasangan menunjukkan bahwa rerata kadar selenium pada kelompok kasus/goiter adalah sebesar  $(49,336 \pm 22,866)$   $\mu\text{g/dl}$ . Ini lebih tinggi daripada kelompok kontrol yang bernilai  $(28,207 \pm 25,054)$   $\mu\text{g/dl}$ . Walaupun rerata kadar selenium tersebut dalam batas normal (normal: 10 – 100  $\mu\text{g/dl}$ ). Uji beda tersebut dinilai bermakna

( $p=0,028$ ). Dari uji *Chi-Square*, kadar selenium dalam kategori normal merupakan faktor protektif kejadian goiter (OR=0,12).

g. Variabel komposit

Untuk meningkatkan validitas penelitian, adanya pajanan pestisida pada siswa diukur dengan riwayat pajanan pestisida (6 variabel komposit) dan kadar Ch.E<9,6  $\mu$ IU/l. Hasil uji *Chi-square* pada kriteria pajanan pestisida tersebut, membuktikan bahwa ada hubungan bermakna antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ; OR=13,82; 95% CI=3,82-49,57).

Sedangkan hasil uji regresi logistik multivariat pada sampel  $n=66$ , membuktikan bahwa dengan memperhitungkan variabel riwayat pajanan obat nyamuk dan pajanan asap rokok, riwayat pajanan pestisida merupakan faktor risiko kejadian goiter dengan OR tertinggi ( $p=0,001$ ; OR=11,63; 95%CI=2,78-48,63).

Dalam penelitian ini, probabilitas terjadinya goiter jika anak mengalami pajanan pestisida, pajanan asap obat nyamuk dan pajanan asap rokok adalah 87,4 %. Probabilitas terjadinya goiter jika anak hanya mengalami pajanan pestisida dan asap obat nyamuk adalah 64,5 %, jika anak hanya mengalami pajanan pestisida dan asap rokok adalah 54,2 % dan jika anak hanya mengalami pajanan asap rokok dan obat nyamuk bakar adalah 37,6 %. Akan tetapi jika anak yang hanya mengalami pajanan pestisida maka probabilitas terjadinya goiter adalah 29,8 %, jika anak hanya mengalami pajanan asap obat nyamuk bakar adalah 13,8 % dan jika anak hanya mengalami pajanan asap rokok adalah 9,3 %.



### III. Pembahasan tentang kausalitas

Untuk membuktikan adanya hubungan kausalitas antara faktor risiko dan *outcome* yang diteliti, ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi, yaitu penjelasan secara biologis (*biological plausibility*), konsistensi temuan dengan hasil penelitian lain, hubungan waktu (*temporality*), kekuatan hubungan dan hubungan dosis-respons.

#### a. *Biological plausibility*

Gangguan pada kelenjar tiroid (kejadian goiter) akibat pajanan pestisida dapat melalui:

1. Hambatan terhadap proses pengikatan hormon tiroid (HT) oleh reseptor tiroid (TR) di dalam sel
2. Hambatan terhadap proses deiodinasi di tingkat perifer
3. Hambatan terhadap proses deiodinasi di tingkat hati

Ketiga hambatan tersebut akan berdampak pada kurangnya kadar hormon tiroid. Kejadian ini akan merangsang kelenjar hipofisis untuk memproduksi hormon *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) yang akan memacu kelenjar tiroid untuk memproduksi HT. Hal ini akan menyebabkan terjadinya hipertrofi kelenjar tiroid (goiter). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa ada hubungan bermakna antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,0001$ ; OR=13,82; 95% CI=3,82-49,57). Siswa yang mendapatkan pajanan pestisida berisiko terkena goiter 13,82 kali daripada siswa yang tidak mendapatkan pajanan pestisida. Probabilitas kejadian goiter pada siswa yang mendapatkan pajanan pestisida adalah 29,8 %. Hal ini membuktikan bahwa hasil penelitian ini sejalan dengan asumsi *biological plausibility* yang melatarbelakanginya.

b. Konsistensi

Penelitian *cross sectional* pada manusia (*Danish greenhouse workers*) membuktikan adanya penurunan kadar *Free Thyroxine* (FT4) (10–16%) dan peningkatan kadar *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) 32% lebih (Gunnar Toft, Allan Flyvbjerg dan Jens Peter Bonde, 2006). Penelitian *cross sectional* pada manusia (23.569 orang wanita di *The Agricultural Health Study*) dengan hasil penelitian dari 23,569 subyek tersebut didapatkan 12.5% didiagnosis dengan Penyakit Tiroid (Prevalensi *Hypothyroidism* dan *Hyperthyroidism* adalah 6.9% dan 2.1%), Penyakit Tiroid lain 0.7%, dan 1.8% (goiter, pembesaran tiroid, atau nodul tiroid) kemudian *Unspecified Thyroid Disease* sebesar (0.9%). Penelitian di daerah pertanian dataran rendah pada Wanita Usia Subur (WUS) 44 orang sebagai kasus dan 45 orang sebagai kontrol. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa pajanan pestisida sebagai faktor risiko disfungsi tiroid pada kelompok WUS di daerah pertanian dataran rendah, memiliki prevalensi hipotiroidisme pada WUS ialah 22,2% dan hipertiroidisme 2,3% (Suhartono, 2010). Pada penelitian ini, rerata kadar TSH pada kelompok kasus ( $3,142 \pm 1,433$ )  $\mu\text{IU/L}$  lebih tinggi daripada kelompok kontrol ( $2,796 \pm 1,685$ )  $\mu\text{IU/L}$ .

c. *Temporality*

Salah satu syarat penting membuktikan hubungan kausalitas adalah didapatkannya kepastian bahwa faktor risiko ada/terjadi sebelum *outcome* muncul. Dari wawancara diperoleh informasi bahwa ayah atau ibu siswa yang bekerja sebagai petani atau buruh tani, mereka menjadi petani atau buruh tani sebelum siswa dilahirkan bahkan ada yang sudah berprofesi sebagai petani/buruh tani sejak masih remaja. Subyek/siswa sejak lahir tinggal di wilayah pertanian. Orang tua siswa rata-rata mengetahui kejadian goiter pada anaknya/siswa sejak 2 bulan

sebelum penelitian ini. Sementara itu, hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan tidak ditemukan kasus keracunan pestisida (kadar kolinesterase masih dalam batas normal) walaupun uji beda rerata kadar kolinesterase pada kelompok kasus ( $9,981 \pm 2,043$ )  $\mu\text{kat/L}$  dan kelompok kontrol ( $10,160 \pm 1,475$ )  $\mu\text{kat/L}$ . Kejadian goiter pada subyek, kadar TSH nya masih dalam batas normal (sub-klinik). Dari beberapa informasi tersebut dapat disimpulkan bahwa pajanan pestisida yang dialami subyek adalah pajanan ringan tetapi bersifat kronik (jangka panjang). Sehingga *temporality* dalam penelitian ini diasumsikan bahwa kejadian goiter terjadi setelah adanya pajanan pestisida ringan selama beberapa tahun.

d. Kekuatan hubungan dan hubungan dosis-respons (dose-dependent)

Hasil uji *Chi-square* pada kriteria pajanan pestisida membuktikan bahwa ada hubungan bermakna antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian goiter (nilai  $p=0,0001$ ; OR=13,82; 95% CI=3,82-49,57). Sedangkan hasil uji regresi logistik multivariat membuktikan riwayat pajanan pestisida merupakan faktor risiko kejadian goiter ( $p=0,001$ ; OR=11,63; 95% CI=2,78-48,63).

Ada hubungan antara kebiasaan mencampurkan jenis pestisida dengan kejadian goiter (nilai- $p=0,02$ ; OR=11,06; 95% CI=1,32-92,61) untuk pencampuran 3 atau lebih pestisida dan (nilai- $p=0,001$ ; RR=2,38; 95% CI=1,84-3,08) untuk penggunaan 1-2 macam pestisida. Disimpulkan bahwa siswa terpajan pestisida yang orang tuanya menggunakan pestisida campuran sebanyak 3 atau lebih memiliki risiko terkena goiter 11,06 kali.

Semakin berat derajat pajanan semakin berat juga *grade* goiter yang diderita siswa. Hasil analisis *Chi-square* derajat pajanan pestisida terhadap *grade* goiter pada sampel ( $n=101$ ), dari 15 subyek yang mendapatkan pajanan pestisida dengan derajat berat (variabel kategorikal) ada 11 subyek (73,3%) dengan goiter *grade* 2.

Sementara dari 20 subyek yang mendapatkan pajanan pestisida ringan hanya 8 subyek (40%) yang digradasikan sebagai goiter *grade* 2. Sedangkan hasil analisis *Chi-square* derajat pajanan pestisida terhadap *grade* goiter pada sampel (n=66), dari 12 subyek yang mendapatkan pajanan pestisida dengan derajat berat (variabel kategorikal) ada 7 subyek (58,3%) dengan goiter *grade* 2. Sementara dari 31 subyek yang mendapatkan pajanan pestisida ringan hanya 9 subyek (29%) yang digradasikan sebagai goiter *grade* 2. Hal ini menunjukkan ada hubungan *dose-respons* antara derajat pajanan dengan *grade* goiter.

## BAB VI

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa

1. Rata-rata usia siswa yang menjadi kasus (goiter) lebih muda daripada rata-rata usia siswa yang menjadi kontrol (tidak goiter)
2. Kejadian goiter pada siswa lebih banyak pada siswa perempuan.
3. Kejadian goiter pada lebih banyak terjadi pada siswa yang orang tuanya bekerja sebagai petani/buruh tani, yang orang tuanya yang menyimpan pestisida di rumah, yang menyimpan hasil panen di rumah dan yang menyemprotkan pestisida pada hasil panen yang disimpan di rumah.
4. Kejadian goiter lebih banyak terjadi pada anak yang terlibat dalam kegiatan pertanian dengan membantu orang tua yaitu membantu melepaskan bawang dari tangkainya, mencari bawang sisa hasil panen dan berkunjung ke toko obat pertanian.
5. Paparan pestisida merupakan faktor risiko tertinggi terhadap terjadinya goiter pada siswa apabila dibandingkan dengan faktor risiko lainnya.
6. Terdapat hubungan antara paparan pestisida dengan terjadinya goiter pada siswa SD di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes.
7. Semakin berat derajat paparan semakin berat juga *grade* goiter yang diderita siswa.
8. Hampir pasti bahwa kejadian goiter pada siswa bukan disebabkan karena kekurangan iodium.

9. Rata-rata kadar tiosianat urin pada siswa yang menjadi kasus (goiter) lebih tinggi daripada siswa yang menjadi control (tidak goiter).
10. Rata-rata kadar selenium pada siswa yang menjadi kasus (goiter) lebih tinggi daripada siswa yang menjadi kontrol (tidak goiter).
11. Kejadian goiter pada siswa dapat dipicu juga oleh adanya pajanan asap obat nyamuk dan pajanan asap rokok.

## **B. Saran**

Berdasarkan temuan dan pembahasan penelitian, beberapa saran yang diajukan penulis adalah:

1. Bagi Siswa dan Orang tuanya
  - Agar berupaya melindungi diri dari dampak pestisida yang berbahaya bagi kesehatan dengan peningkatan PHBS (Perilaku Hidup Bersih dan Sehat).
  - Jika akan membantu atau melakukan aktifitas di kegiatan pertanian untuk selalu menggunakan alat pelindung diri (APD).
  - Apabila setelah dari kegiatan pertanian, untuk selalu melepaskan pakaian dan menyimpannya di tempat cuci (sebaiknya di luar rumah), mandi dan mencuci tangan menggunakan sabun (terutama mencuci tangan dengan sabun sebelum makan).
  - Penyimpanan pestisida sebaiknya di tempat khusus di luar rumah, penyimpanannya agar dilakukan di tempat yang jauh dari jangkauan anak-anak/siswa.
  - Penyimpanan hasil panen pertanian dilakukan ditempat yang tidak mudah kontak dengan anak-anak/siswa dan seluruh anggota rumah.

## 2. Bagi Guru di Sekolah

Hasil penelitian ini, menambah pengetahuan guru dalam upaya pembelajaran bagi diri dan keluarganya serta kepada siswa agar dapat melindungi diri dari dampak pestisida yang berbahaya bagi kesehatan, menerapkan kebersihan dan kesehatan di lingkungan sekolah serta menerapkannya di rumah dalam hal PHBS.

## 3. Bagi Dinas Kesehatan dan Dinas Pertanian Kab. Brebes

Sebagai masukan untuk menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pembangunan kesehatan khususnya dalam penanggulangan terjadinya goiter pada siswa-siswa sekolah terkait dengan pajanan pestisida khususnya daerah pertanian wilayah pantura Kabupaten Brebes sebagai berikut :

- a. Sebaiknya program kerja Dinas Pertanian dengan Dinas Kesehatan mengenai penggunaan pestisida saling terkait dimana Dinas Pertanian menggalakkan penyuluhan tentang bagaimana mengaplikasikan pestisida yang tepat dan aman serta bahaya-bahaya apa yang dapat ditimbulkan oleh pestisida. Sedangkan Dinas Kesehatan memantau kesehatan petani dan keluarganya terutama anak-anak melalui kewaspadaan mengenai gejala dan tanda-tanda keracunan pestisida.
- b. Perlunya pembuatan aturan penggunaan pestisida pada pertanian diikuti dengan struktur insentif (reward).
- c. Penggerakan kembali Tim GAKI tingkat Kabupaten.
- d. Monitoring secara berkelanjutan tentang distribusi dan penggunaan pestisida yang rasional di lingkungan masyarakat.

- e. Dinas Pertanian perlu melakukan pemeriksaan residu pestisida pada tanah, air serta bawang merah dan hasil pertanian lainnya untuk mendapatkan hasil pertanian yang baik serta layak dikonsumsi.
- f. Sosialisasi melalui berbagai media tentang bahaya penggunaan pestisida yang berlebihan pada petani yang bisa mengakibatkan dampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan. Penekanan materi sosialisasi atau penyuluhan meliputi: pengetahuan pestisida dan bahayanya, penggunaan dosis sesuai aturan, praktek penanganan pestisida dari mulai mencampur sampai menyimpan sisa pestisida dan penanganan sisa kemasan agar tidak kontak dengan anggota keluarga dan anak-anak, waktu yang tepat untuk melakukan penyemprotan, pemakaian APD, arah angin serta penyakit kronis akibat dari keracunan pestisida juga anjuran agar anak-anak tidak dilibatkan dalam kegiatan pertanian.
- g. Perlu dilakukan evaluasi dan monitoring di lapangan dari hasil penyuluhan yang telah dilakukan selama ini.
- h. Penataan kembali pola tanam pertanian dengan sistem pergantian tanaman dan pengembangan pertanian yang sehat dibarengi dengan peningkatan intensitas penyuluhan pertanian di desa.
- i. Sosialisasi PHBS di masyarakat.
- j. Pencegahan dan pengobatan bagi anak sekolah yang sudah mengalami goiter (sebagai parameter GAKI) didahului penegakan diagnosis yang tepat.
- k. Perlu dilakukan deteksi dini adanya kelainan goiter pada ibu hamil, bayi baru lahir, bayi, balita dan anak sekolah lainnya.



#### 4. Bagi Institusi Penelitian/Pendidikan

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab pasti atau penyebab utama kejadian goiter pada siswa-siswa tersebut diantaranya:

- a. Penelitian dengan memeriksa metabolit pestisida *Ethylenethiourea* (ETU) yang banyak dipakai petani bawang merah (Mancozeb). mancozeb (merek dagangnya seperti *Ditan*, *Bion-MI*, *Vondazeb*, *Sitazeb*) adalah anggota *Etilena Bisdithio-carbamate* (EBDC) kelompok fungisida, yang mencakup bahan aktif terkait *maneb* dan *metiram*. Senyawa hasil degradasi dari EBDCs adalah *Ethylenethiourea* (ETU).
- b. Penelitian tentang kandungan pestisida pada air minum atau air yang dipakai oleh masyarakat.
- c. Penelitian lanjut untuk mengetahui penyebab pasti kejadian goiter pada siswa-siswa sekolah dasar.

#### 5. Kelompok Tani

Mengaktifkan kelompok tani yang telah terbentuk dalam menjalankan program Dinas Pertanian dan Dinas Kesehatan dalam meningkatkan penggunaan pestisida yang benar dan tepat serta mencegah kerusakan lingkungan akibat penggunaan pestisida.

#### 6. Bagi Lingkungan

Apabila saran-saran tersebut diatas dapat terlaksana dengan baik diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran pestisida di lingkungan sehingga tercipta lingkungan yang lebih bersih dan lebih sehat.

L A M P I R A N

Daftar 10 Puskesmas dengan TGR tertinggi dan produk pertanian andalan wilayahnya (DKK Brebes 2010, Bappeda Brebes 2005)

No	Puskesmas	TGR (%)	Rentang Nilai Median UEI (µg/L)	Nama SD / Desa yang diperiksa	Produk Pertanian Andalan
1	Kluwut (Pantura)	38,50	286 - 293	Dukuhlo 01 Kluwut 02 Bulakparen	Bawang & Cabe Bawang Bawang & Cabe
2	Salem (Pegunungan)	31,64	74 - 160	Citimbang Ganggawang Windusakti Banjaran 03 Tembongraja	Hasil Hutan Hasil Hutan Hasil Hutan Hasil Hutan
3	Kemurang (Pantura)	23,94	254 - 280	Tegongan Kemurang W Kedawung	Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe
4	Kaligangsa (Pantura)	22,67	157 – 296	Limbangan K Kaligangsa W Sigempol 01	Bawang & Cabe Bawang Bawang & Cabe
5	Wanasari (Pantura)	19,03	241 – 292	Kupu 02 Sawojajar 02 Kertabesuki 01	Bawang Bawang Bawang
6	Banjarharjo (Dat Rendah)	13,99	191 – 281	Malahayu 01 Banjarharjo 03 Cibuniwangi	Bawang & Jati Bawang & Cabe Bawang & Cabe
7	Losari (Pantura)	13,92	152 – 303	Losari Lor 03 Prapag Lor 02 Karangdampel Prapag Kidul	Bawang Bawang Bawang Bawang
8	Sidamulya (Pantura)	12,24	147 – 283	Wanasari 02 Siasem 03 Sigentong 03 Pebatan 03	Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe
9	Ketanggungan (Dat Rendah)	12,01	239 – 296	Ciduwet 02 Tanggungsari Ketanggungan	Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe
10	Sitanggal (Dat Rendah)	8,68	Tidak ada data	Siandong Rengaspendawa Sitanggal 03 Slatri 02	Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe Bawang & Cabe

## REKAPITULASI PEMERIKSAAN PALPASI GAKI PUSKESMAS KLUWUT TAHUN 2010

TGL Pelaksanaan : 7, 8 Juni 2010 dan 4 Agustus 2010  
Jumlah Sampel : 761 anak

No	Nama Sekolah	Kelas	Jumlah Siswa Sampel	Grade			Jumlah Siswa GAKI	%
				0	I	II		
1	SD N Kluwut 02	IV,V & VI	152	110	40	2	42	27,63
2	SD N Bulakparen 01	IV,V & VI	162	96	64	2	66	40,74
3	MI Mujahidin Kluwut	IV,V & VI	160	117	38	5	43	26,88
4	SD N Dukuhlo 01	IV,V & VI	112	41	58	13	71	63,39
5	SD N Kluwut 02	IV,V & VI	175	104	71	0	71	40,57
J U M L A H			761	468	271	22	293	38,50

Kluwut, 4 Agustus 2010

Mengetahui  
Kepala Puskesmas Kluwut

Pelaksana Gizi

Prawoto, SKM.MKes  
NIP. 19710310 199001 1 001

Siti Kholisoh, AMG  
NIP. 19780922 200904 2 001

# REKAPITULASI PEMERIKSAAN PALPASI GAKI PUSKESMAS KLUWUT TAHUN 2011

TGL Pelaksanaan : 15 & 16 Mei 2011

Jumlah Sampel : 156 anak

No	Nama Sekolah	Kelas	Jumlah Siswa Sampel	Grade			Jumlah Siswa GAKI	%
				0	I	II		
1	SD N Grinting 04	IV,V & VI	67	47	16	4	20	29,85
2	SD N Dukuhlo 02	IV,V & VI	89	2	16	71	87	97,75
J U M L A H			156	49	32	75	107	68,59

Kluwut, 16 Mei 2011

Mengetahui  
Kepala Puskesmas Kluwut

Pelaksana Gizi

Prawoto, SKM.MKes  
NIP. 19710310 199001 1 001

Siti Kholisoh, AMG  
NIP. 19780922 200904 2 001

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN GOITER  
PADA SISWA-SISWA SD DI WILAYAH PERTANIAN  
(PENELITIAN DI KECAMATAN BULAKAMBA KAB. BREBES)**

---

**KUESIONER PENELITIAN**

No. Subjek : .....

Pewawancara : .....

**A. IDENTITAS SISWA**

1. Nama Siswa : .....
2. Tanggal lahir : .....
3. Jenis Kelamin : L / P
4. Alamat Rumah : .....  
.....
5. Nama SD : .....
6. Kelas : IV / V / VI

**B. IDENTITAS AYAH SISWA :**

1. Nama Ayah : .....
2. Umur Ayah : .....
3. Pendidikan Ayah :
  - a. Tidak Tamat SD
  - b. Tamat SD
  - c. Tamat SLTP
  - d. Tamat SLTA
  - e. Tamat Akademi / PT
4. Pekerjaan Ayah :
  - a. PNS / ABRI / POLRI
  - b. Pegawai swasta / Wiraswasta
  - c. Pedagang hasil pertanian, sebutkan.....
  - d. Pedagang obat-obat pertanian
  - e. Petani pemilik
  - f. Petani penggarap (buruh tani)
  - g. Tidak bekerja
  - h. Lain-lain, sebutkan.....

C. IDENTITAS IBU SISWA :

1. Nama Ibu : .....
2. Umur Ibu : .....
3. Pendidikan Ibu :
  - a. Tidak Tamat SD
  - b. Tamat SD
  - c. Tamat SLTP
  - d. Tamat SLTA
  - e. Tamat Akademi / PT
4. Pekerjaan Ibu :
  - a. PNS / ABRI / POLRI
  - b. Pegawai swasta / Wiraswasta
  - c. Pedagang hasil pertanian, sebutkan.....
  - d. Pedagang obat-obat pertanian
  - e. Petani pemilik
  - f. Petani penggarap (buruh tani)
  - g. Tidak bekerja
  - h. Lain-lain, sebutkan.....

D. RIWAYAT PAJANAN PESTISIDA

1. Apakah anak pernah atau sering ikut terlibat dalam kegiatan pertanian seperti membantu orang tua atau orang lain dalam kegiatan pertanian/musim panen?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
2. Bila ya, jenis kegiatan apa yang dilakukan anak? (Jawaban bisa lebih dari 1)

No	Jenis Kegiatan	Frekuensi berapa kali per minggu/bulan/tahun
1.	Membantu menyiapkan/mengoplos pestisida	
2.	Membantu menyemprotkan pestisida	
3.	Mencari hama/nguleri	
4.	Melepaskan bawang dari tangkainya (mbrodoli)	
5.	Lain-lain, sebutkan,.....	

3. Apakah saat anak terlibat dalam kegiatan pertanian (tersebut No.2), anak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri)?
  - 1) Selalu memakai APD
  - 2) Kadang-kadang
  - 3) Tidak pernah memakai APD
4. Bila jawaban No.3 (selalu atau kadang-kadang), jenis APD apa yang digunakan oleh anak? (Jawaban bisa lebih dari 1)
  - 1) Masker
  - 2) Sarung tangan
  - 3) Baju lengan panjang
  - 4) Celana panjang
  - 5) Sepatu boot
  - 6) Lain-lain, sebutkan :.....
5. Apakah anak (siswa) sering bermain atau mencabut rumput di area pertanian?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
6. Bila ya, rata-rata berapa kali dalam seminggu anak bermain atau mencabut rumput di area pertanian? .....kali/minggu
7. Untuk satu kali bermain atau mencabut rumput di area pertanian tersebut No.5, rata-rata berapa jam?.....jam
8. Apakah anak sering berkunjung/main ke toko obat-obatan pertanian atau membelikan pestisida untuk digunakan di pertanian?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
9. Bila ya, dalam seminggu rata-rata berapa kali anak berkunjung ke toko obat-obatan pertanian atau membelikan pestisida untuk digunakan di pertanian?.....kali/minggu
10. Apakah anak sering memakan makanan hasil pertanian (sayuran) tanpa dicuci?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
11. Bila ya, rata-rata berapa kali dalam seminggu anak memakan hasil pertanian tanpa dicuci?.....kali/minggu



12. Apakah anak tidak mencuci tangan apabila setelah membantu orang tua dalam kegiatan pertanian/mengolah hasil panen atau bermain/merumput di area pertanian?

- 1) Ya
- 2) Tidak

13. Apabila pekerjaan bapak/ibu (orang tua siswa) adalah petani, dimanakah biasannnya bapak/ibu menyimpan hasil panen?

- 1) Di dalam rumah
- 2) Di luar rumah

14. Apabila disimpan di dalam rumah, apakah bapak/ibu menyemprotkan atau mencampurkan pestisida pada hasil panen tersebut?

- 1) Ya, sebutkan merk pestisidanya.....
- 2) Tidak

E. RIWAYAT KONSUMSI MAKANAN ANAK (SISWA)

No	Jenis makanan	Berapa kali/minggu?
1.	Kol atau kembang kol	
2.	Singkong, ketela rambat/ ubi-ubian	
3.	Sawi	
4.	Selada air	
5.	Rebung	
6.	Udang	
7.	Cumi	
8.	Kerang	
9.	Ikan segar	
10.	Ikan asap	
11.	Ikan asin	
12.	Saos (botolan, bungkus plastik)	
13.	Sirup orson (warna mencolok)	
14.	Jajanan Aromanis	

#### F. SUMBER IODIUM

1. Lihat dan tanyakan pada ibu siswa tentang garam apa yang biasa digunakan ibu untuk memasak masakan yang dimakan anak (siswa)? (Catat merk garam tersebut)  
.....  
.....  
.....
2. Apakah anak pernah diberikan kapsul iodium dari Puskesmas atau Posyandu?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
3. Bila ya, kapan terakhir diberikan kapsul iodium?.....tahun.....bulan yang lalu

#### G. RIWAYAT PAJANAN ASAP ROKOK

1. Apakah anak (siswa) mempunyai kebiasaan merokok?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
2. Bila ya, sejak kapan anak mempunyai kebiasaan merokok?  
.....tahun.....bulan yang lalu
3. Rata-rata dalam sehari, berapa batang rokok yang dihisap anak?.....batang
4. Apakah anak sering terpajan asap rokok karena berdekatan dengan orang yang sedang merokok? (anggota keluarga/orang lain/perokok pasif, di dalam/di luar rumah)
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
5. Bila ya, dari siapa?
  - 1) Orang tua siswa
  - 2) Orang lain
6. Perhari, berapa batang rokok yang dihisap oleh orang tua siswa atau orang lain tersebut?.....batang/hari
7. Sejak kapan anak terpajan asap rokok tersebut?.....tahun.....bulan yang lalu
8. Dalam seminggu, rata-rata berapa kali anak terpajan asap rokok?.....kali

#### H. RIWAYAT PAJANAN OBAT NYAMUK

1. Apakah Ibu/Bapak/Anak (siswa) mempunyai kebiasaan menggunakan obat nyamuk bakar atau obat nyamuk semprot di dalam rumah?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
2. Bila ya, apa merk obat nyamuk tersebut?.....
3. Sejak kapan anak menggunakan obat nyamuk?.....tahun.....bulan yang lalu
4. Dalam seminggu, berapa kali anak menggunakan obat nyamuk bakar atau obat nyamuk semprot tersebut?.....kali

#### I. KEBIASAAN MENGGUNAKAN PLASTIK

1. Apakah Ibu/Bapak/Anak (siswa) sering menggunakan kantong plastik/kresek sebagai tempat atau pembungkus makanan (terutama makanan atau jajanan yang masih panas)?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
2. Bila ya, sejak kapan anak menggunakan kantong plastik/kresek untuk tujuan tersebut?.....tahun.....bulan yang lalu
3. Dalam seminggu, berapa kali anak menggunakan kantong plastik/kresek untuk tujuan tersebut?.....kali

#### J. KEBIASAAN MENGGUNAKAN KORAN BEKAS

1. Apakah Ibu/Bapak/Anak (siswa) sering menggunakan koran bekas sebagai tempat atau pembungkus makanan (terutama makanan atau jajanan yang masih panas)?
  - 1) Ya
  - 2) Tidak
2. Bila ya, sejak kapan anak menggunakan koran bekas untuk tujuan tersebut?.....tahun.....bulan yang lalu
3. Dalam seminggu, berapa kali anak menggunakan koran bekas untuk tujuan tersebut?.....kali

#### K. PEMERIKSAAN FISIK ANAK (SISWA)

1. TB :.....m
2. BB ;.....Kg
3. IMT :.....Kg/m<sup>2</sup>

4. Hasil pemeriksaan palpasi kelenjar tiroid anak :

a. Grade 0

b. Grade 1

c. Grade 2

Grade 0	Tidak teraba dan tidak terlihat
Grade 1	Tidak terlihat pada posisi leher normal tapi teraba
Grade 2	Terlihat apabila menelan dan ketika posisi leher normal

Bila ditemukan adanya goiter, perlu ditanyakan kepada subjek atau orangtuanya:

5. Apakah adik/ibu tahu adanya pembesaran kelenjar gondok?

1) Ya

2) Tidak

6. Bila ya, kira-kira sejak kapan pembesaran itu dirasakan adik atau dilihat ibu?.....tahun.....bulan yang lalu.

7. Apakah ada gejala dan tanda berikut pada anak Ibu/Bapak?

a. Gejala dan Tanda Hipotiroidisme

No.	Gejala dan Tanda Hipotiroidisme	Ya	Tidak	Bila ya, sudah berapa lama?
1.	Penambahan berat badan			
2.	Tidak tahan udara dingin			
3.	Mudah lupa			
4.	Sulit berkonsentrasi			
5.	Gerakan lamban			
6.	Susah buang air besar			
7.	Kulit kasar			
8.	Rambut rontok			
9.	Pendengaran terganggu			
10.	Penurunan kemampuan bicara, serak			

b. Gejala dan Tanda Hipertiroidisme

No.	Gejala dan Tanda Hipertiroidisme	Ya	Tidak	Bila ya, sudah berapa lama?
1.	Berat badan menurun			
2.	Nafsu makan meningkat			
3.	Keringat berlebihan			
4.	Kelelahan			
5.	Lebih suka udara dingin			
6.	Jantung berdebar-debar			
7.	Tremor			
8.	Mata melotot (eksoftalmus)			
9.	Diare			
10.	Otot mengecil			

L. PEMERIKSAAN LABORATORIUM

1. TSH :..... $\mu$ IU/ml
2. Ch. E :..... $\mu$ kat/l
3. UEI :.....  $\mu$ g/dl
4. Tiosianat urin :.....  $\mu$ g/ml
5. Kadar Hb : ..... g/dl
6. Kadar selenium :.....  $\mu$ g/ml

## **FORM OBSERVASI RUMAH**

Nama Anak/Siswa : .....

Nomor Subjek : .....

1. Apakah orang tua siswa (responden) menyimpan pestisida di rumah?

1) Ya

2) Tidak

2. Bila ya, sebutkan merk dan bahan aktifnya.....

.....

.....

.....

3. Dimana tempat penyimpanan pestisida tersebut? (lakukan observasi)

1) Di dalam rumah, sebutkan :.....

2) Di luar rumah, sebutkan :.....

**Persetujuan Setelah Penjelasan**  
***(INFORMED CONSENT)***

---

Bapak/Ibu yang terhormat,

Kami, dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro bekerjasama dengan Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes, akan melakukan penelitian untuk mengetahui apakah ada hubungan antara riwayat pajanan pestisida dengan kejadian gondok dan juga kaitannya dengan prestasi belajar putra-putri Bapak/Ibu. Sehubungan dengan hal tersebut kami akan melakukan wawancara dengan Bapak/Ibu dan putra/putri Bapak/Ibu, yang berisi tentang riwayat kesehatan, adanya kemungkinan pajanan pestisida dan prestasi belajar putra/putri Bapak/Ibu.

Selain itu, kami juga mohon ijin untuk dapat mengambil sampel darah putra/putri Bapak/Ibu, agar dapat diketahui secara pasti kondisi kesehatan putra/putri Bapak/Ibu terutama yang berkaitan dengan fungsi tiroid dan kadar hemoglobin (Hb) putra/putri Bapak/Ibu. Jumlah sampel darah yang akan diambil sekitar 3 cc dan insya Allah tidak akan menimbulkan efek samping apapun bagi putra/putri Bapak/Ibu. Pengambilan sampel darah akan dilakukan oleh petugas yang sudah terlatih dari Laboratorium Klinik Cito, Tegal. Sebagai ucapan terimakasih dan penghargaan dari kami, kami akan memberikan snack, susu dan sedikit perlengkapan sekolah kepada putra/putri Bapak/Ibu. Sementara itu, untuk bagi Bapak/Ibu kami akan memberikan uang pengganti transport.

Untuk Bapak/Ibu ketahui, fungsi tiroid dan kadar Hb yang normal sangat diperlukan agar putra/putri Bapak/Ibu dapat tumbuh dan berkembang dengan sehat dan menjadi anak yang cerdas. Salah satu tanda gangguan fungsi tiroid adalah adanya pembesaran kelenjar gondok. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes pada bulan Mei 2011 yang lalu, didapatkan angka pembesaran kelenjar gondok pada murid SD di wilayah ini mencapai sekitar 68%.

Bila dari hasil pemeriksaan yang kami lakukan, didapatkan adanya gangguan fungsi tiroid dan atau kadar Hb yang rendah, kami akan memberikan pengobatan yang diperlukan putra/putri Bapak/Ibu dan perkembangannya akan dipantau oleh Puskesmas setempat.

Atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu, kami mengucapkan terimakasih.

Hormat kami,

Peneliti,

dr. Rasipin (No. Hp: 081229339977)

## Lembar Persetujuan

Setelah membaca/mendengar dan memahami penjelasan penelitian, dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : .....

Alamat : .....

Selaku orangtua dari:

Nama anak : .....

Siswa SD : .....

Menyatakan:

### **SETUJU / TIDAK SETUJU**

untuk mengikutsertakan anak saya menjadi subjek dalam penelitian berjudul:  
**“Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian gondok dan prestasi belajar pada murid-murid SD di wilayah Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes”**

Brebes, ..... 2011

Saksi : ..... Nama terang : .....

Alamat: ..... Alamat : .....

.....

Tanda tangan : ..... Tanda tangan : .....



# FOTO KEGIATAN



# OUTPUT SPSS